Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અવકાશનું રહસ્ય

*

છોટુભાઈ સુથાર

તારક મંડળ,
આણંદ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Foundation

અ
વ
ભો
ધ

Gurukul Kan

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લેખકનાં બીજાં ખગોળ પુસ્તકો:—

* ૧. વિશ્વદર્શન
* ૨. આકાશના તારા-નકશા
* ૩. ખગોળ પ્રવેશ
૪. ચંદ્ર
૫. આભ અને ધરતી
૬. ધૂમકેતુ
૭. ભૂમંડલીય સૂર્યગ્રહણ (શ્રી. હરિહર ભટ્ટ સાથે)

* અપ્રાપ્ય છે.

બે રૂપિયા

, ૮૮

...शानियां लगाना
... अधिक देर तक
... अधिक देर तक
... चाहिये ।

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

प्राक् प्रमाणीकरण १९८४-१९८५

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તારક ગ્રંથાવલી પુ. ૭ મું

અવકાશનું રહસ્ય

◆

છોટુભાઈ મુથાર

पुस्तक सं०..............
आगत सं०..............
तिथि०......................

તારકમંડળ,
આણંદ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આવૃત્તિ પહેલી : પ્રત ૫૦૦

માર્ચ ૧૯૫૧

કિંમત રૂા. ૨-૦-૦

પ્રકાશક
ગોરધનભાઈ શનાભાઈ પટેલ
મંત્રી: તારકમંડળ, આણંદ

મુદ્રક
આશાભાઈ ગોરધનભાઈ પટેલ
ચરોતર પ્રિન્ટિંગ પ્રેસ, આણંદ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CHECKED 1973
Initial

આકાશી સૌન્દર્યના ગદ્યકવિ

પૂ. કાકાસાહેબ કાલેલકરને

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રસ્તાવના

જ્યાં જુઓ ત્યાં બધે જ, પરમાણુમાં તેમ જ આકાશમાં અવકાશ (પોલાણ) છે. પરમાણુથી માંડી બ્રહ્માંડ સુધીના અવકાશની મુદ્દાસર વાત આ પુસ્તકમાં કહેવાનો પ્રયત્ન કર્યો છે. એમાં આ બધી વાતને પ્રકટ કરનાર પ્રકાશની વાત સમાવી શકાઈ નથી. એનું કારણ પ્રસ્તુત પુસ્તકની મર્યાદાનું છે. તારક મંડળની નબળી આર્થિક સ્થિતિ, આજની મોંઘવારી, પરિમિત સંખ્યામાં પુસ્તકની છપાતી નકલો વગેરેનો ખ્યાલ રાખીને તેમ જ ઘણી વિગતો થોડાં પાનોમાં સમાવી લે તેવું પુસ્તક તૈયાર કરવાનું હોવાથી પુસ્તકની ભાષા, લેખ પસંદગી અને ચિત્રો વગેરેમાં સંયમ રાખવો પડ્યો છે. હા જ્યાં જરૂર જણાઈ છે ત્યાં વિષયને સ્ફુટ કરવા એકની એક વાત ફરી ફરીને પણ નવા રૂપે ઘણે સ્થળે રજૂ કરી છે. અવકાશનું રહસ્યોદ્‌ઘાટન કરવાના પ્રયત્ન રૂપ આ પુસ્તકને ભાષા, શૈલી અને ચિત્રોની દૃષ્ટિએ વધુ રોચક અને સુંદર બનાવવાનો હજી વધુ અવકાશ છે એમ ઘણાને લાગશે પણ ઓછા ઉપાડવાળાં આવાં પુસ્તકોને જનતા સુલભ કરવા માટે ખર્ચની જે જોગવાઈ થવી જોઇએ તેવી તારક મંડળની પરિસ્થિતિ નથી: અને તેથી જેવું છે તેવું આ પુસ્તક એમાં સંભવિત અનેક ખામીઓના અવકાશ સાથે ખગોળના વાચકો સમક્ષ રજૂ કરું છું.

તારકમંડળ
ગાંધીજી નિર્વાણ દિન '૫૧

છોટુભાઈ સુથાર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અનુક્રમ

		પૃષ્ઠ
	પ્રસ્તાવના	
૧	પરમાણુની કથા	૧
૨	તારા અને પરમાણુ શક્તિ	૧૨
૩	વિરાટ અને વામન	૨૬
૪	અવકાશનું રહસ્ય	૪૦
૫	વિશ્વનું રહસ્ય	૫૨
	પરિશિષ્ટો	
૧	હાઇડ્રોજન બોમ્બ	૫૭
૨	પરમાણુ અને તેની ઉત્પત્તિ	૬૨
૩	પરમાણુની પરિભાષા	૬૭
૪	રાસાયણિક મૂળ તત્ત્વો	૬૮
૫	કેટલાક તારાઓની સપાટીઓનાં ઉષ્ણતામાન	૭૦
૬	અતિવિરાટ તારા	૭૧
૭	બીથી–પ્રક્રિયા	૭૧
૮	કેટલાક સમરૂપ તારાઓનાં કેન્દ્ર ઉષ્ણતામાન	૭૨
૯	અતિ ચળકતા પાંચ તારા ૧૦	૭૩
૧૦	નાનામાં નાનો તારો ૧૦	૭૩
૧૧	નજદીકનાં તારા વિશ્વ	૭૪
૧૨	તારામાં દ્રવ્યો	૭૪
	સંદર્ભ ગ્રન્થો	૭૫
	સૂચિ	૭૬

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અવકાશનું રહસ્ય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મૃગની સફેદ નીહારિકા

ફોટો] [યર્કીઝ વેધશાળા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧

પરમાણુની કથા

રમકડાં જેવી એક પેટીને ખસેડવા પાંચસાત માણસ વળગ્યાં હોય અને છતાંય પેટી જરા પણ ન ખસે તો આપણને કેવું આશ્ચર્ય લાગે? એવી પેટીનો ભેદ જાણવાની ઇચ્છા કોને ન થાય? પેટીને ખોલતાં અંદર એક સાવ નાની પેટી દેખાય અને એને પણ ખોલતાં એક માત્ર નાની ગોળી જોવા મળે તો એના ભેદની વાત કોને પૂછવી? સ્વાભાવિક છે કે આપણે એ ગોળીને ઉપાડી જોવાનો પ્રયત્ન કરીએ, અને ત્યારેજ આપણને સમજાવાનું કે બધો ભેદ એ ગોળીમાંજ ભરાયેલો છે. રમત વાતમાં ઊંચકી લઈએ એવી એ ગોળી ઊપડે નહિ—અરે જરા પણ હાલે નહિ તો આપણે આશ્ચર્ય-ચકિત થઈ જવાના. કદાચ બોલી પણ ઊઠીએ, 'આ તે કયી દુનિયાની ચીજ?!'

ગોળીને જોખતાં એનું વજન બે કે પાંચ ટન થાય તો જોખનારા અને જોનારા સૌ મોંમાં આંગળી નાખી જવાના, 'એક નાનકડી ગોળીનું આટલું વજન!'

'આવી માટી હોઈ શકે ખરી?'

વિજ્ઞાન આનો જવાબ હકારમાં આપે છે. વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ અતિ સૂક્ષ્મ રજકણ જેટલા દ્રવ્યનું વજન પણ અમુક રતલ થઈ શકે એમ છે. નાના કદવાળી વસ્તુનું ઘણું ભારે વજન હોવાનું, પહેલાંના લોકોએ પણ સંભવિત માન્યું છે. હિન્દુ પુરાણોમાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ગયાસુરની વાત આવે છે. એ દૈત્ય તપ કરી ખૂબ બળવાન બની ગયો હતો. એને જેર કરવા દેવોએ અનેક ઉપાય યોજ્યા હતા પણ તે નિષ્ફળ નીવડ્યા હતા. આખરે એ દૈત્ય પર ઊભા રહી એને બિલકુલ હાલતોચાલતો બંધ કરી દેવા બધા દેવોએ એની પર પોતાનું સામટું વજન-બળ અજમાવ્યું. આમ છતાંય એ સ્થિર ન થયો ત્યારે વિષ્ણુભગવાને સ્વર્ગમાંથી એક શિલા લાવી એ દૈત્ય પર મૂકી. શિલાના વજનથી દૈત્ય એકદમ નિશ્ચલ થઇ ગયો. કથા કહે છે કે દેવોના આ અપરાધના બદલામાં વિષ્ણુ ભગવાને ગયાસુરને વરદાન આપી, ગયાતીર્થ સ્થાપી, એનું નામ અમર કર્યું.

ગયાસુરવાળી શિલા પૃથ્વીની માટીની નથી. એ કોઈ તારાની માટી હોવી જોઈએ.

તારાઓની માટીની મહત્તા સમજવા માટે થોડી પરમાણુની વાત કરવી પડશે.

પદાર્થનો સૌથી નાનામાં નાનો કણ અણુ[1] છે. અણુમાં પદાર્થના બધા જ ગુણધર્મો હોય છે. આ અણુને પણ તોડી શકાય છે: પણ ત્યારે એના કણ પદાર્થના કણ રહેવાને બદલે મૂળતત્ત્વોના[2] કણ બની જાય છે. પૃથ્વી પરનાં સ્થાયી મૂળતત્ત્વોની સંખ્યા ૯૨ છે. આ મૂળતત્ત્વોના સૌથી નાના ભાગને પરમાણુ[3] કહેવામાં આવે છે. પરમાણુના વિવિધ સંયોજનથી અનેક પ્રકારના પદાર્થો બને છે.

અણુને ભાગતાં પરમાણુ મળે છે તેમ પરમાણુને તોડતાં કશું હાથ લાગે છે કે કેમ એનો કશો ખ્યાલ થોડાં વર્ષ પહેલાં કોઇને ન હતો. આજે, પરમાણુ તૂટી શકે છે અને એની શક્તિ મહાભયંકર વિનાશ સર્જી શકે છે એટલો (એકપક્ષી) ખ્યાલ લોકોને આવી ગયો છે. આટલી અમાપ શક્તિ ઉત્પન્ન કરનાર પરમાણુની દેહરચના પણ અદ્દભુત છે.

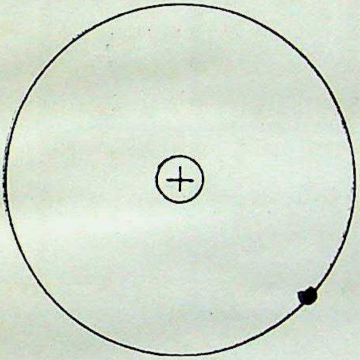
---

૧. Molecule. ૨. Elements. ૩. Atom.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સૌથી સાદો પરમાણુ હાઇડ્રોજન વાયુનો છે. એક અધોળ જેટલા હાઈડ્રોજનમાં ૧,૬૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦ ૦૦,૦૦,૦૦૦ (૧૬ પાછળ ૨૪ મીંડાં) પરમાણુ હોય છે. આટલો હલકો પરમાણુ અંદરના ભાગે સાવ પોલો છે, અને એ પોલો હોવાથી જ એને



હાઇડ્રોજન
૧ ધનાણુ
૧ ઋણાણુ
પરમાણુ ભારાંક ૧

હાઇડ્રોજનનો પરમાણુ

તોડી શકાયો છે. પરમાણુ તૂટીને બે ભાગમાં વહેંચાઈ જાય છે: ૧ નાભિ અને ૨ ઋણાણુ.[૪] આ પૈકી નાભિ અતિ ભારે અને ધન વિદ્યુતવાળો પરમાણુવિભાગ છે.

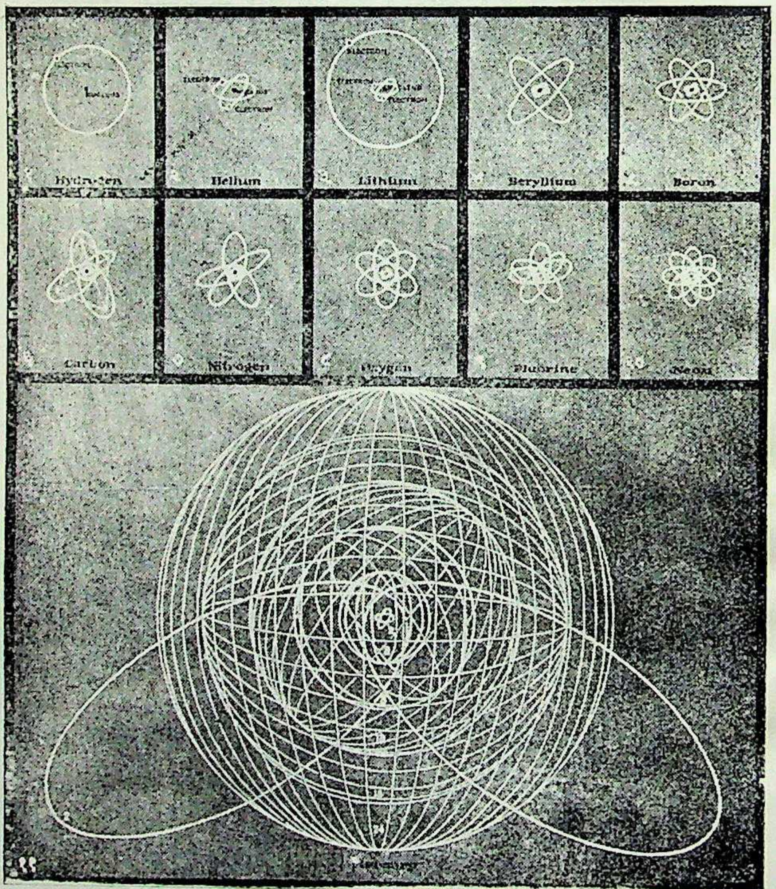
પરમાણુની નાભિ એકલ કણ નથી. એ ધનાણુ[૫] અને શૂન્યાણુ[૬] મળીને બનેલી છે. સૌથી સાદી નાભિ હાઈડ્રોજનની છે. હાઈડ્રોજનની નાભિમાં એક જ કણ છે અને તે ધનાણુ છે. બીજાં તત્ત્વોની નાભિઓ ધનાણુ અને શૂન્યાણુના વિવિધ પ્રકારના મિલનથી બનેલી છે. પરમાણુની નાભિમાં ધનાણુ અને શૂન્યાણુની સંખ્યા એકસરખી જ હોય એવો કોઈ નિયમ નથી પણ ધનાણુ અને ઋણાણુની સંખ્યા સામાન્યત: એકસરખી રહેવી ઘટે છે. ઉદાહરણ તરીકે: પ્રાણવાયુમાં ૮ ધનાણુ, ૮ ઋણાણુ અને ૮ શૂન્યાણુ છે જ્યારે સોડિયમમાં

૪. Nucleus and Electrons. ૫. Proton. ૬. Neutron (ઋણાણુ+ધનાણુ).

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૧ ધનાણુ. ૧૧ ઋણાણુ અને ૧૨ શૂન્યાણુ છે અને રેડિયમમાં ૮૮ ધનાણુ ૮૮ ઋણાણુ અને ૧૩૮ શૂન્યાણુ છે.



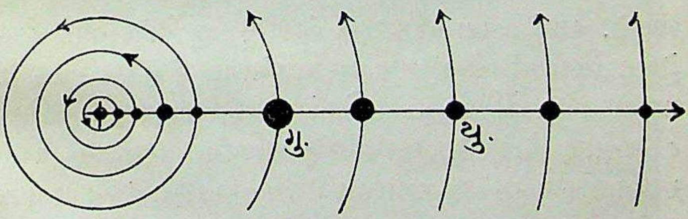
૧. હાઇડ્રોજન, ૨. હેલિયમ, ૩. લિથિયમ, ૪. બેરિલિયમ, ૫. બોરોન, ૬. કાર્બન, ૭. નાઇટ્રોજન, ૮. પ્રાણવાયુ, ૯. ફ્લ્યુઓરાઇન, ૧૦. નીઓન અને ૧૧. પારો.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ ધનાણુ અને ઋણાણુમાં એક મોટો ફરક છે. ઋણાણુની સરખામણીમાં ધનાણુ ખૂબ જ વજનદાર છે. એક ધનાણુનું વજન ૧૮૪૦ ઋણાણુના વજન બરાબર થાય છે. આવો વજનદાર ધનાણુ ઋણાણુને પોતાના તરફ આકર્ષી લે એમાં શી નવાઈ. ખરી રીતે તો આ આકર્ષણ અસમાન વિદ્યુતભારનું જ છે. ધનાણુની આકર્ષણ-ચૂડમાંથી બચવા ઋણાણુને ભીષણ વેગથી નાભિની આજુબાજુ આંટા મારવા પડે છે. ઋણાણુની આ પરકમ્માની સંખ્યા દર સેકંડે અબજોની છે. સામાન્યતઃ ઋણાણુ દર સેકંડે ૧૦,૦૦૦ માઈલના વેગથી ગતિ કરતો હોય છે!

ધનાણુ આવડો ભારે છે એટલે એ ખૂબ મોટો હશે એમ ન માનતા. ધનાણુનો વ્યાસ પરમાણુના વ્યાસના ૧૮૦૦ મા ભાગનો છે. મતલબ કે પરમાણુકેન્દ્રમાં બેઠેલા ધનાણુ અને તેમની આજુબાજુ ફરતા ઋણાણુઓ વચ્ચે પુષ્કળ ખાલી જગા છે. વળી આપણે જોયું કે પ્રાણવાયુના પરમાણુમાં નાભિની આજુબાજુ ફરનારા ૮ ઋણાણુ છે. આ બધા એક જ માર્ગે ચાલી નાભિની પરકમ્મા કરતા નથી. એ બધાના માર્ગ જુદા જુદા છે અને એના એ માર્ગોની વચ્ચે પણ પુષ્કળ ખાલી જગા રહેલી છે. એમ જ કહોને કે પરમાણુની



સૂર્ય અને ગ્રહો. ગુ. = ગુરુ; યુ. = યુરેનસ.

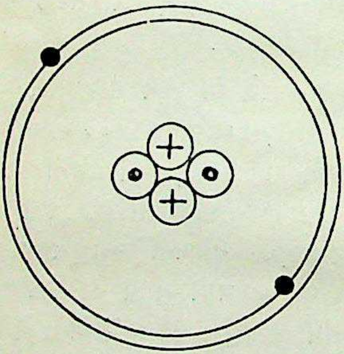
નાભિ સૂર્ય જેવી છે અને ઋણાણુ ગ્રહોની પેઠે તેની આસપાસ ફરે છે.

પરમાણુ તૂટતાં એનું પોલાણ અદૃશ્ય થઈ જાય છે. કેટલાંક તત્ત્વોનાં પરમાણુ સહેલાઈથી તૂટી શકે છે જ્યારે કેટલાંકનાં એમ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તૂટી શકતાં નથી. પરમાણુને તોડવા માટે સૌથી પહેલાં એના છેક બહારના ઋણાણુને અલગ કરવો પડે છે અને બાદમાં વધુને વધુ અંદરના ઋણાણુને તોડવા પડે છે. આ કામ ખૂબ જ વિકટ છે. એ માટે ભારે વિદ્યુતબળ ઉત્પન્ન કરી પરમાણુને ભેદવો પડે છે. આજકાલ એ ભેદનકાર્ય શૂન્યાણુદ્વારા કરવામાં આવે છે. નામ પ્રમાણે, શૂન્યાણુ ધન યા ઋણ વિદ્યુતથી મુક્ત છે. એમાં કોઈ પ્રકારની વિદ્યુત હોતી નથી. ખરી રીતે એ ધનાણુ અને ઋણાણુ મળીને બનેલો



હેલિયમ
૨ ધનાણુ
૨ ઋણાણુ
૨ શૂન્યાણુ
પરમાણુ ભારાંક ૪

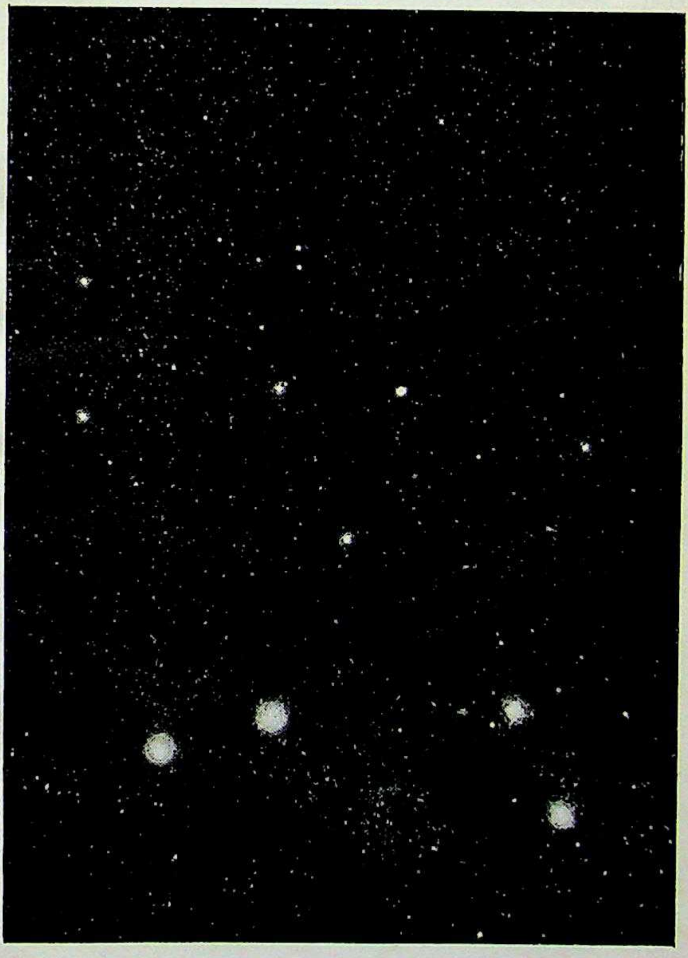
હેલિયમનો પરમાણુ

કણ છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુમાં એકે શૂન્યાણુ હોતો નથી. હાઇડ્રોજન સિવાયનાં બીજાં બધાં પરમાણુઓમાં એનું અસ્તિત્વ છે. દાખલા તરીકે, હેલિયમની નાભિમાં ૨ અને પ્રાણવાયુની નાભિમાં ૮ શૂન્યાણુ હોય છે. આ કારણે હેલિયમ પરમાણુનું વજન ૨ ધનાણુ + ૨ શૂન્યાણુ મળી હાઈડ્રોજન પરમાણુના વજન કરતાં ૪ ગણું અને પ્રાણવાયુ પરમાણુના વજન (૮ ધનાણુ + ૮ શૂન્યાણુ) કરતાં ચોથા ભાગનું થાય છે. ભારેમાં ભારે પરમાણુ યુરેનિયમ ધાતુનો છે. એનું વજન હાઇડ્રોજન પરમાણુના વજન કરતાં ૨૩૮ ગણું છે. યુરેનિયમના પરમાણુમાં ૯૨ ધનાણુ, ૧૪૬ શૂન્યાણુ અને ૯૨ ઋણાણુ છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આપણે જોયું કે પરમાણુને તોડવા માટે ઊંચા ઉષ્ણતામાનની



આકાશનો એક વિભાગ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જરૂર છે. પૃથ્વી પરનાં સામાન્ય ઉષ્ણતામાને પરમાણુ તૂટી શકતા નથી. સૂરજ અને તારાઓનાં ઉષ્ણતામાન પૃથ્વીના મુકાબલે ઘણાં ઊંચાં છે. ત્યાંના અસહ્ય તાપને લીધે પરમાણુઓ તૂટી જાય છે. સૂર્યનીજ વાત લઇએ. સૂર્ય એક તારો છે. એની બહારની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ૬૦૦૦ અંશ (સેન્ટિ.) છે. સૂર્યના કેન્દ્રભાગનું ઉષ્ણતામાન ૨,૫૦,૦૦ ૦૦૦ અંશ (સેન્ટિ.) જેટલું અંદાજવામાં આવ્યું છે. આટલા ઊંચા ઉષ્ણતામાને હાઇડ્રોજનના પરમાણુઓ ખૂબ સહેલાઈથી તૂટી જાય છે. વિજ્ઞાનીઓએ સાબિત કર્યું છે કે સૂર્યમાંથી આપણને જે ગરમી મળે છે તે હાઇડ્રોજન પરમાણુના તૂટવાથી મળે છે. હાઇડ્રોજનના પરમાણુ તૂટીને પ્રકાશ અને હેલિયમના રૂપમાં બદલાઈ જાય છે. આકાશના મોટા ભાગના તારાઓની આજ દશા છે. જે તારા ખૂબ મોટા અને ખૂબ ચળકતા છે તે પૂરઝડપે, પોતાના હાઇડ્રોજનનો તેમજ બીજાં તત્ત્વોનો વિનાશ કરી રહ્યા છે. આમ છતાંય બધા તારાઓમાં બધાજ પ્રકારના પરમાણુઓ તૂટી જાય છે એવું બનતું નથી. બધા પરમાણુ તૂટવાનું કામ અપવાદરૂપ તારાઓ કે જેમનાં ઉષ્ણતામાન ઘણાં ઘણાં ઊંચાં છે ત્યાં બની શકે એમ છે.

પરમાણુ તૂટી જતાં ઋણાણુનો લોપ થઈ એમનું પ્રકાશ અને ગરમીની શક્તિમાં રૂપાંતર થઈ જાય છે. અનેક ઋણાણુવાળો પરમાણુ ઊંચા ઉષ્ણતામાને તૂટી જાય છે અને ત્યારે પરમાણુમાં ધનાણુ અને નાભિ એકલાંજ બચી રહે છે. ઋણાણુનો નાશ થતાં પોલો પરમાણુ એકદમ નાના કદની નાભિમાં બદલાઈ જાય છે. ઘણા પરમાણુ તૂટી જતાં અનેક નાભિઓ પાસેપાસે આવી જાય છે અને આમ થતાં, વજનદાર નાભિઓને કારણે, તારાનું કદ નાનું પણ પ્રમાણમાં વધુ વજનદાર બની જાય છે.

પરમાણુમાંનું પોલાણ કેવું ભારે છે એનો ખ્યાલ એક બે ઉદાહરણ લેવાથી આવશે. આપણે ત્યાં પુખ્ત માણસનું વજન ૧૪૦ રતલનું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

લેખાય છે. મનુષ્યનું શરીર જે પરમાણુઓનું બનેલું છે તે બધા પરમાણુઓમાંથી અવકાશ કાઢી નાખવામાં આવે અને નાભિ અને ઋણાણુઓને એકત્ર કરી દેવામાં આવે તો મનુષ્યદેહનું નવું સ્વરૂપ એવું સૂક્ષ્મ બની જશે કે એને સૂક્ષ્મદર્શકથી જ જોઈ શકાય. આ જ રીતે પૃથ્વી જે પરમાણુઓની બનેલી છે તે બધામાંથી પોલાણ કાઢી નાખવામાં આવે તો પૃથ્વીનો નવો ગોળો ૮૦૦૦ માઈલના વ્યાસને બદલે માત્ર અર્ધા માઈલના વ્યાસનો બની જાય! અને છતાં ય પૃથ્વીનું વજન તો એનું એ જ ૬,૬૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ (૬૬ ઉપર વીસ મીંડાં) ટન રહેશે. આવી વામન પૃથ્વીની માટીની એક નાનકડી ગોળી બનાવી હોય તો એ આપણાથી ઊપડે પણ ખરી?

આકાશમાં ભારે વજન દાખવતા અનેક તારા છે. આકાશનો સૌથી ચળકતો તારો વ્યાધ (જે પોષ માસમાં સમીસાંજે ઊગે છે યા ફેબ્રુઆરીની રાતે નવ વાગ્યાના સુમારે મધ્યાકાશમાં આવે છે તે) એક યુગ્મ તારો છે. એ બે તારા મળીને બનેલો જોડિયો તારો છે. વ્યાધ પોતે ખૂબ તેજસ્વી તારો છે પણ એનો સાથીદાર અતિ ઝાંખો તારો છે. કદના હિસાબે એ સૂર્ય કરતાં પણ ઘણો ઘણો નાનો છે અને છતાંય એનું વજન સૂર્યના વજન* જેટલું છે. વ્યાધના સાથી તારક પરના એક ઘન ઈંચ જેટલા દ્રવ્યનું વજન ૩૫ મણ છે.

કદના હિસાબે અતિ ભારે વજનવાળા આવા તારાઓને વામન તારા કહેવામાં આવે છે. કેટલાક વામન તારા વ્યાધના સાથીદારથી પણ વધુ વજનદાર માલૂમ પડ્યા છે. અત્યાર સુધીમાં શોધાયેલા વામન તારા પૈકી સૌથી વધુ વજનદાર તારાનું કદ પૃથ્વીના કદના આઠમા ભાગનું છે જ્યારે વજન સૂર્યના વજન કરતાં અઢી ગણું છે. મતલબ કે એ તારાની એક ઘન ઈંચ માટીનું વજન ૬૨૦ ટન થાય છે!

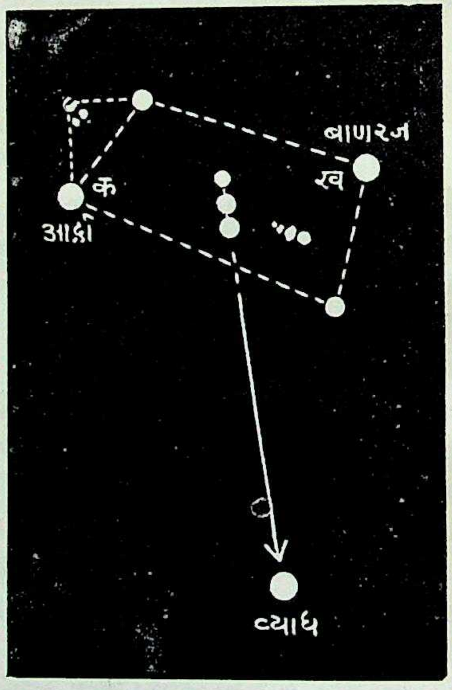
---

*સૂર્યવજન = ૩,૩૦,૦૦૦ પૃથ્વીનુ વજન.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરમાણુને તોડતાં જે શક્તિ પેદા થાય છે તેની વાત હવે સૌને જાણીતી થઈ ગઈ છે. પણ એ શક્તિ એકદમ પ્રકટ થાય છે એટલે



મૃગ અને વ્યાધ

એને સંઘરીને ઉપયોગમાં લેવાનું હજી બની શક્યું નથી. આવું બને તો પરમાણુશક્તિથી અનેક ઉપયોગી કામ થઈ શકે અને ત્યારે કોલસાના એક નાના સરખા ટુકડામાંથી મેળવેલી શક્તિદ્વારા એક આગબોટને પૃથ્વી ફરતો એક આંટો મારવામાં કશી જ તકલીફ ન પડે!

આ થઈ પરમાણુ-શક્તિની વાત.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

શક્તિ સિવાયની બીજી હેરતભરી વાત પરમાણુના દેહગઠનની છે. થોડા સમય પહેલાં અમેરિકાની એક વિદ્યાપીઠમાં મેશના એક કણની એક્સ-રે છબી લેવામાં આવી હતી. છબી જોઈને વિજ્ઞાનીઓ આશ્ચર્યમાં ગરકાવ થઈ ગયા હતા. એમણે જોયું કે મેશના એ સૂક્ષ્માતિસૂક્ષ્મ કણને પણ વ્યવસ્થિત આકાર તેમજ રૂપવાળો સ્થાપત્યપૂર્ણ દેહ છે. આ રચના સામે મનુષ્યનિર્મિત કોઈ પણ સ્થાપત્ય સાવ ફીકું છે. અને આ જ કારણે ધૂળના એક નાના કણનું પણ વિજ્ઞાનજગતમાં માન છે. વિજ્ઞાનીઓ ધૂલિકણની દેહરચનામાં વિશાળ વિશ્વના રચયિતા અગોચર પરમાત્મતત્ત્વનું અસ્તિત્વ અનુભવે છે. આ તત્ત્વ કે જેને કેટલાક કુદરત તો કેટલાક વળી ઈશ્વર કહે છે તેની અવહેલના થઈ શકે એમ નથી. 'વસે બ્રહ્માંડોમાં, અમ ઉર વિશે વાસ વસતો,' એમ જે એક કવિહૃદયે કહ્યું છે તે યથાર્થ જ છે. એ ખરેખર વાસ્તવિકતા ત્યારે જ બને કે જ્યારે એને સમજનાર એની સાથે તન્મય બની જાય.

પરમાણુના રહસ્યનો ગુપ્ત સંદેશ આટલો જ માત્ર હોય તોપણ તે અતિ મહત્ત્વનો નથી શું?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૨

તારા અને પરમાણુ શક્તિ

પહેલા લેખમાં આપણે જોયું કે પરમાણુના નાભિ–કેન્દ્રની આસપાસ ઋણાણુ ફરતા હોય છે. ઋણાણુમાં ઋણ વિદ્યુત હોય છે. નાભિમાં ધન વિદ્યુત હોય છે. આને કારણે, નાભિ, ઋણાણુને સતત ખેંચ્યા કરે છે. નાભિની ખેંચચૂડમાંથી છૂટવા માટે ઋણાણુ નાભિની આજુબાજુ સતત પરિભ્રમણ કર્યાં કરે છે. આ પરિભ્રમણશીલ ઋણાણુના વેગ સેકંડે હજારો માઇલના હોય છે. નાભિની આજુબાજુ ફરતા, પ્રચંડવેગી ઋણાણુઓને સામાન્ય સાધનો વડે નાભિથી અલગ પાડી શકાતા નથી. પણ સૂર્ય અને તારા કે જેમનાં સામાન્ય ઉષ્ણતામાન પૃથ્વી પર ઉત્પન્ન કરી શકાતા ઉષ્ણતામાનથી ઘણાં ઊંચાં છે ત્યાં ઋણાણુઓને નાભિથી અલગ પાડવાનું કાર્ય નિરંતર ચાલી રહ્યું છે. બીજી રીતે કહીએ તો પરમાણુને તોડી પરમાણુ શક્તિ પેદા કરવાનું કામ આકાશની એ પ્રયોગશાળાઓમાં થઇ રહ્યું છે.

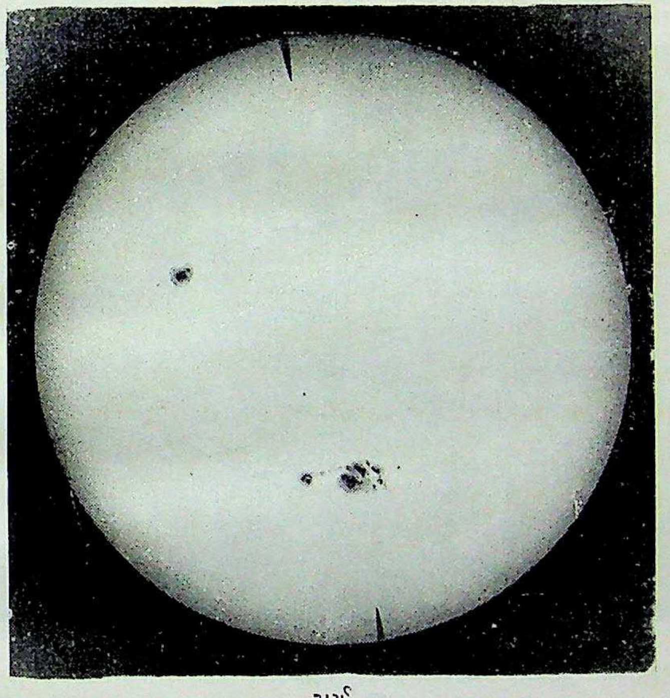
સૂર્ય એક તારો છે એટલે પ્રથમ એની વાત લઇએ.

સૂર્ય આપણને દેખાય છે તો થાળી જેવડો પણ ખરી રીતે એ ઘણો ઘણો મોટો છે. પૃથ્વીના હિસાબે સૂર્ય ખૂબ જ મોટો છે; એટલું જ નહિ પણ આપણાથી ઘણો ઘણો દૂર છે. કલાકના ૧૦૦ માઇલના વેગે, વગર અટકયે, ઊડયે જતા વિમાનમાં બેસી સૂર્ય સુધી પહોંચવા ધારીએ તો ૧૦૦ વર્ષ લાગે!! સૂર્યનું અંતર પ્રકાશ–મિનિટમાં અપાય છે. પ્રકાશનો વેગ એક સેકંડે ૧,૮૬,૦૦૦ માઇલનો છે આટલી ઝડપે દોડી સૂર્યના પ્રકાશને પૃથ્વી સુધી પહોંચતાં સવા આઠ મિનિટ લાગે છે. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો સૂર્ય આપણાથી ૯,૩૦,૦૦,૦૦૦ (સવા નવ કરોડ) માઇલ દૂર છે. આટલે છેટે આવેલી કોઇપણ મોટી વસ્તુ નાની જ દેખાય ને! આકાશમાં ચઢેલી મોટી પતંગ એકાદ માઇલ જેટલે ઊંચે જતાં સાવ નાની–

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ટપકા જેવી–દેખાવા માંડે છે. એ હિસાબે સવાનવ કરોડ માઈલ દૂર આવેલો થાળી જેવડો દેખાતો સૂર્ય ખરેખર કેવડો મોટો હશે



સૂર્ય

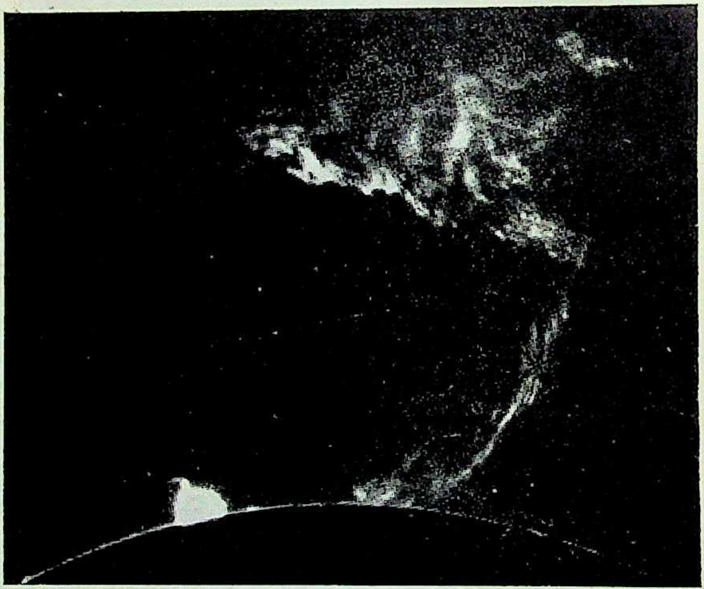
એની કલ્પના કરો. સૂર્ય વાસ્તવિક રીતે બળબળતા વાયુનો સાડા આઠ લાખ માઈલ વ્યાસનો એક મોટો આકાશીગોળો છે! ક્યાં ૮,૦૦૦ માઈલના વ્યાસવાળી ટીંગુજી પૃથ્વી અને ક્યાં વિરાટ સૂર્ય!!

અને સૂર્ય આવડો મોટો હોય તો જ તે એટલે દૂરથી પૃથ્વીને અજવાળી શકે ને?! સૂર્યમાંથી આપણી પૃથ્વીને જે ગરમી–શક્તિ મળે છે તે સૂર્યની કુલ ગરમી–શક્તિનો માત્ર બે કરોડમો ભાગ છે. અને છતાંય પૃથ્વીને દરરોજ જે સૂર્યશક્તિ મળે છે એનું સસ્તામાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સસ્તી વીજળીના દરે હિસાબ ગણી બિલ ચૂકવીએ તો લગભગ ૩૫,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ રૂપિયા રોજનું બિલ ચૂકવવું પડે!



સૂર્યની કોર અને સૂર્યોન્નત જ્વાળા

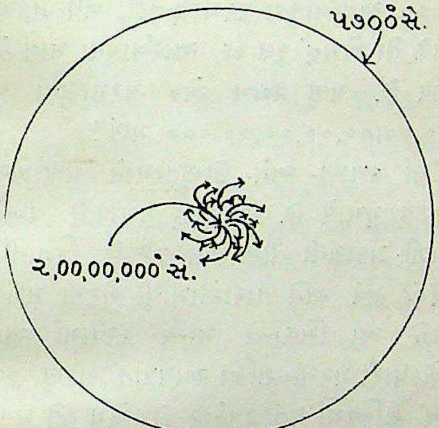
પણ આ થઇ એક જ દિવસની વાત. પૃથ્વીના જન્મથી માંડી આજસુધી (લગભગ બે અબજ વર્ષ સુધી), સૂર્ય, પૃથ્વીને એકધારી રીતે ગરમી અને પ્રકાશ આપતો આવ્યો છે અને હજી લાખો વર્ષ સુધી આપશે. પ્રશ્ન થશે કે સૂર્યમાં આટલી બધી શક્તિ કયાં છૂપાઇ રહી છે? ગરમી અને પ્રકાશ આપવા છતાંય એ કેમ બુઝાઇ જતો નથી?

થોડાં વર્ષ પહેલાં આ પ્રશ્નનો કશો ઊકેલ જડ્યો ન હતો. એ સમયે એમ ધારવામાં આવતું હતું કે સૂર્ય દિવસે દિવસે સંકોચાતો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાય છે. સૂર્યની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન માત્ર ૬૦૦૦° (સેન્ટિ. અંશ) જેટલું છે પણ જેમ જેમ એની ભીતરમાં જઇએ તેમ તેમ એ વધતું જાય છે. સૂર્યના કેન્દ્રભાગે થતું દબાણ આપણી પૃથ્વી ઉપર થતા વાયુ-દબાણ કરતાં ૧૦,૦૦,૦૦ ૦૦,૦૦૦ (દસ અબજ) ગણું છે.



સૂર્યનાં ઉષ્ણતામાન

આટલું દબાણ ટકાવી રાખવા, સૂર્યના કેન્દ્રમાં ૨,૦૦,૦૦,૦૦૦° (બે કરોડ સેન્ટિ. અંશ) ઉષ્ણતામાનની જરૂર પડે છે. આટલાં ભારે ઉષ્ણતામાન અને દબાણે, સૂર્યના કેન્દ્રભાગમાં આવેલા પરમાણુઓ તૂટી જાય છે: એટલે કે પરમાણુમાંનું પોલાણ નાશ પામે છે. પરમાણુ તૂટતાં, નાભિની આજુબાજુ ફરતા ઘણાખરા ઋણાણુ તૂટીને અળગા થઈ જાય છે; અને મૂળ પરમાણુ નાભિરૂપ (યા ઘણા ઋણાણુવાળો હોય તો છેક અંદરના બે ચાર ઋણાણુવાળો) બની સૂક્ષ્મ બની જાય છે. ઉદાહરણ તરીકે હાઇડ્રોજનની વાત લઇએ. હાઇડ્રોજનના પરમાણુનું કુલ કદ એની નાભિના કદ કરતાં ૧,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦ ૦૦,૦૦,૦૦૦ (એકડા ઉપર ૧૫ મીંડાં) ગણું મોટું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છે! હાઇડ્રોજનના પરમાણુમાં એક જ ઋણાણુ છે. સૂર્યના કેન્દ્રભાગનાં ગરમી અને દબાણે, હાઈડ્રોજનનો આ ઋણાણુ સહેલાઇથી તૂટી જાય છે. પરિણામે આર્દ્રવાયુના એ વિતાડિત* પરમાણુનું કદ અતિ ઘણું સૂક્ષ્મ બની જાય છે. બીજી રીતે કહીએ તો ૧,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ આર્દ્રવાયુના પરમાણુ તૂટી, બધાં નાભિ કેન્દ્રો એક સાથે ભેગાં મળે તો એમનું કુલ કદ, આર્દ્રવાયુના માત્ર એક પરમાણુ જેટલું જ થાય છે. પણ વજન એક પરમાણુના વજન કરતાં લગભગ ૧,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦.૦૦૦ ગણું!

અતિ ઊંચાં દબાણ અને ઉષ્ણતામાને ઘણાખરા પરમાણુ પોતાના ઋણાણુ ગુમાવે છે. ઋણાણુ ગુમાવતી વખતે (તૂટતાં) અતિ ઝડપવાળી પ્રકાશની તીવ્ર શેરો છૂટે છે. વિજ્ઞાનીઓ માનતા કે આને લીધે જ સૂર્ય અને તારાઓમાંથી ગરમી મળી શકે છે.

પણ આજે આ સિદ્ધાન્ત માન્ય કરવામાં આવતો નથી. તારાઓની એકધારી ગરમી–શક્તિ આપવાનું કારણ, દ્રવ્યના ૧ ટકા જેટલા ભાગનું શક્તિમાં થતું રૂપાંતર છે એમ હવે મનાય છે. આ મતને ડૉ. બીથીનો સિદ્ધાન્ત કહે છે. આજકાલ આ સિદ્ધાન્ત સર્વમાન્ય થવા આવ્યો છે.

ડૉ. બીથીના સિદ્ધાન્ત અનુસાર તારાઓની ગરમી આપવાની શક્તિનું કારણ આર્દ્રવાયુનું હેલિયમમાં થતું રૂપાંતર છે. આ પ્રક્રિયામાં આર્દ્રવાયુને કાર્બન અને નાઇટ્રોજન સાથે ભળી. બળવું પડે છે અને છેવટે હેલિયમના રૂપમાં બદલાઈ જવું પડે છે. એમ જ કહોને કે તારાઓમાં હાઇડ્રોજન રૂપી બળતણ, કાર્બન અને નાઇટ્રોજનની મદદથી, શક્તિરૂપમાં ગરમી અને પ્રકાશ આપી છેવટે હેલિયમરૂપી રાખમાં પરિણમે છે.

હાઇડ્રોજનમાંથી હેલિયમ કેવી રીતે બને છે એની રૂપાંતર કથા પણ સાંભળી લઇએ.

* Ionised

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વાત સમજવા માટે થોડા સંકેતો પણ સમજી લઈશું ને?

અતિ ઘણા ઊંચા ઉષ્ણતામાને હાઇડ્રોજન તૂટી જતાં એની નાભિજ માત્ર શેષ રહે છે. હાઇડ્રોજનની નાભિમાં એક ધનાણુ છે. ધનાણુ ધન વિદ્યુતવાળો વિદ્યુત કણ છે. ઋણાણુ ગુમાવી બેઠેલા હાઇડ્રોજનના એ નાભિકણને આપણે ધનાણુ ($_{૧}ध^{૧}$) તરીકે ઓળખીશું

ધનાણુને $_{૧}ध^{૧}$ કહ્યો આનો અર્થ એ છે કે ધનાણુનો પારમાણવિક ભાર * એક છે. $_{૨}हे^{૪}$ સામાન્ય હેલિયમ છે કે જેની નાભિમાં ૨ ધનાણુ છે પણ જેનો પારમાણવિક ભાર ૪ ધનાણુ જેટલો છે. $_{૬}क^{૧૨}$ નાભિમાં ૬ ધનાણુ વાળો ૧૨ પારમાણવિક ભારનો સામાન્ય કાર્બન છે જ્યારે $_{૬}क^{૧૩}$ નાભિમાં ૬ ધનાણુવાળો ૧૩ પારમાણવિક ભારનો સમસ્થિતિ[૧] કાર્બન છે. $_{૭}न^{૧૪}$ નાભિમાં ૭ ધનાણુવાળો ૧૪ પારમાણવિક ભારનો સામાન્ય નાઇટ્રોજન છે જ્યારે $_{૭}न^{૧૩}$ અને $_{૭}न^{૧૫}$ સમસ્થિતિ નાઇટ્રોજન છે. $_{૮}प^{૧૫}$ નાભિમાં ૮ ધનાણુવાળો ૧૫ પારમાણવિક ભારનો સમસ્થિતિ પ્રાણવાયુ છે. સામાન્ય પ્રાણવાયુની દેહરચના $_{૮}प^{૧૬}$ની છે.

કાર્બનની નાભિમાં ધનાણુને દાખલ કરી શકાય એમ છે. પણ એ માટે કાર્બન વાયુનું ઉષ્ણતામાન અત્યંત ઊંચું હોવું જોઇએ. ખૂબ ખૂબ ઊંચા ઉષ્ણતામાને (કે જે સૂર્યની ભીતરમાં છે) ધનાણુ (હાઇડ્રોજન નાભિ) કાર્બન પરમાણુ સાથે ભળી સાત ધનાણુવાળો $_{૭}न^{૧૩}$ નાઇટ્રોજન બનાવે છે. નવા તત્ત્વમાં કાર્બનના ૬ ધનાણુ અને દાખલ થનારો એક ધનાણુ મળી ૭ ધનાણુ બને છે અને તેથી નવા તત્ત્વનો ભાર ૧ (ધનાણુ) + ૧૨ (કાર્બન) મળી ૧૩ થાય છે.

પણ આ $_{૭}न^{૧૩}$ ભારે તેજસ્ક્રિય[૨] પદાર્થ છે. અને તે કારણે

---

* Atomic Weight ૧. Isotope (જેના ધનાણુની સંખ્યા સરખી છે પણ શૂન્યાણુમાં વધઘટ થાય છે એવા અણુ). ૨. Radioctive.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કાર્બન અને ધનાણુના સંયોગથી બનેલા આ નાઇટ્રોજનનો અર્ધો ભાગ* દસ મિનિટ જેટલા ટૂંકા સમયમાં બીજા તત્ત્વમાં ફેરવાઈ જાય છે. પણ આમ બદલાઈ જવા માટે નાઈટ્રોજન કોઈ એક ઋણાણુને ઝડપી પોતામાં સમાવી લે છે. ધનાણુ અને ઋણાણુ પરસ્પર વિરોધી વિદ્યુત ભારવાળા છે. પરિણામે નાઈટ્રોજન ૭-૧=૬ ધનાણુવાળો ૧૩ પારમાણવિક ભારવાળો નવો પરમાણુ બની જાય છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે નાભિમાં ૬ ધનાણુવાળું તત્ત્વ કાર્બન છે અને તેથી આ નવું બનેલું તત્ત્વ ${}_{૬}\text{क}^{૧૩}$ સમસ્થિતિ કાર્બન છે.

${}_{૬}\text{क}^{૧૩}$ પણ ધનાણુ સાથે અથડાઈ, સંયોગ પામી નવું તત્ત્વ ઉત્પન્ન કરે એમ છે. આમ થતાં નવું તત્ત્વ, નાભિમાં ૬ + ૧ = ૭ ધનાણુવાળું અને વજનમાં ૧૩ + ૧ = ૧૪ પારમાણવિક ભારવાળું થશે. નાભિમાં ૭ ધનાણુવાળું તત્ત્વ નાઈટ્રોજન છે અને તેથી આ નવું બનેલું તત્ત્વ ${}_{૭}\text{न}^{૧૪}$ સમસ્થિતિ નાઇટ્રોજન છે. આ નાઇટ્રોજન સામાન્ય સ્થિતિમાં પુષ્કળ માત્રામાં મળી આવનારો સ્વાભાવિક નાઇટ્રોજન છે. આપણા વાતાવરણમાં જે ૭૯ ટકા નાઈટ્રોજન છે તે આ ${}_{૭}\text{न}^{૧૪}$ વાળો નાઈટ્રોજન છે.

ઊંચાં ઉષ્ણતામાને આ સ્થિર નાઇટ્રોજન ધનાણુ સાથે ભળી એને પચાવી નવું તત્ત્વ બનાવી શકે એમ છે. નાઇટ્રોજન અને ધનાણુ ભેગા થતાં જે તત્ત્વ બનશે તેની નાભિ ૭ + ૧ = ૮ ધનાણુ વાળી અને પરમાણુ ભાર ૧૪ + ૧ = ૧૫ વાળી થશે. આ પ્રકારના પરમાણુ સમસ્થિતિ પ્રાણવાયુ ${}_{૮}\text{प}^{૧૫}$ છે. પણ ${}_{૮}\text{प}^{૧૫}$ અસ્થિર (ઝડપથી તૂટનારો) તત્ત્વ છે. એનો અર્ધો ભાગ ૧૨૬ સેકંડમાં નવા તત્ત્વમાં પલટાઈ જાય છે. એની આ પ્રક્રિયા ઉપર કહેલી નાઇટ્રોજનની

* અર્ધો ભાગ એટલે જેટલો નાઇટ્રોજન એકી વખતે બન્યો હોય તેનો અર્ધ ભાગ. અર્ધ ભાગ પલટાઈ જતાં બાકી રહેલા અર્ધભાગનો અર્ધભાગ અને એમ આખર સુધી બાકી રહેલા ભાગનો અર્ધભાગ દસ દસ મિનિટના આંતરે પલટાતો રહે છે એમ સમજવાનું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રક્રિયા જેવી છે. મતલબ કે તે એક ઋણાણુને પકડી ૭ ધનાણુ પણ પારમાણુવિક ભાર ૧૫ વાળો નવો પરમાણુ બનાવે છે. આ પરમાણુ ${}_{૭}न^{૧૫}$ સમસ્થિતિ નાઇટ્રોજન છે.

આ નાઇટ્રોજન ${}_{૭}न^{૧૪}$ જેવો સ્થિર નાઇટ્રોજન છે. એટલે કે એ પોતાની મેળે તૂટી જતો નથી. પણ એનો ધનાણુ સાથે સંયોગ થતાં એ નવું જ રૂપ દર્શાવે છે. ${}_{૭}न^{૧૫}$ સાથે એક ધનાણુ ભળતાં એમની સંયુક્ત દેહ બે ભાગમાં વિભક્ત થઈ જાય છે. આ પૈકીનો એક ભાગ ${}_{૬}क^{૧૨}$ સામાન્ય કાર્બન છે અને બીજો ભાગ ${}_{૨}ह^{૪}$ હેલિયમ છે. ${}_{૬}क^{૧૨}$ મૂળ પ્રક્રિયામાં કામ આવેલો જ કાર્બન છે. એટલે આપણે એમ કહીએ કે ${}_{૬}क^{૧૨}$ કાર્બને હાઇડ્રોજનના ધનાણુ સાથે ભળી એને અનેક નાચ નચવી છેવટે હેલિયમમાં ફેરવી નાખ્યો!

આખી પ્રક્રિયાને સમીકરણો દ્વારા દર્શાવવી હોય તો આમ દર્શાવી શકાય.

(૧) ${}_{૧}ध^{૧} + {}_{૬}क^{૧૨} \rightarrow {}_{૭}न^{૧૩}$ + શક્તિ.

નાઇટ્રોજન નાભિ (ધનાણુ) કાર્બન સાથે સંયોગ પામી એક સમસ્થિતિ નાઇટ્રોજન પેદા કરે છે અને વધારાની શક્તિ બહાર પડે છે.

(૨) ${}_{૭}न^{૧૩} \rightarrow {}_{૬}क^{૧૩}$ + ધનકણ*.

અસ્થિર નાઇટ્રોજન સમસ્થિતિ કાર્બનમાં પલટાઈ જતાં ધનકણ છોડી દે છે.

(૩) ${}_{૬}क^{૧૩} + {}_{૧}ध^{૧} \rightarrow {}_{૭}न^{૧૪}$ + શક્તિ.

સમસ્થિતિ કાર્બન સાથે ધનાણુનો સંયોગ થતાં એમાંથી સ્થિર નાઇટ્રોજન ઉદ્‌ભવે છે અને વધારાની શક્તિ બહાર પડે છે.

(૪) ${}_{૭}न^{૧૪} + {}_{૧}ध^{૧} \rightarrow {}_{૮}प^{૧૫}$ + શકિત.

સ્થિર નાઇટ્રોજન સાથે ધનાણુ ભળતાં એમાંથી સમસ્થિતિ પ્રાણવાયુ બની વધારાની શકિત છૂટી પડે છે.

---

*Positron ઋણાણુ જેટલા વજનવાળો પણ ધનવિદ્યુતવાળો કણ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

(૫) ${}_{८}\text{प}^{१५} \rightarrow {}_{७}\text{न}^{१५}$ + ધનકણ.

અસ્થિર પ્રાણવાયુ સમસ્થિતિ નાઈટ્રોજનમાં પલટાઈ જતાં ધનકણ છોડી દે છે.

(૬) ${}_{७}\text{न}^{१५} + {}_{१}\text{ध}^{१} \rightarrow {}_{६}\text{क}^{१२} + {}_{२}\text{ह}^{४}$ (क કણ)

નાઈટ્રોજન ધનાણુ સાથે સંયોગ પામી ${}_{८}\text{प}^{१६}$નો પ્રાણવાયુ બનવાને બદલે કાર્બન અને હેલિયમમાં રૂપાંતરિત થઈ જાય છે.

આટલું થયા પછીનું બીજું પદ શું હશે?

${}_{१}\text{ध}^{१} + {}_{६}\text{क}^{१२} \rightarrow$ વાળું જ.

મતલબ કે એકનો એક જ કાર્બન આખી પ્રક્રિયા દરમિયાન ૪ ધનાણુને હડપી જઈ એમાંથી ૨ ધનાણુવાળો હેલિયમ બનાવે છે. વજનની દૃષ્ટિએ ૪ ધનાણુનું વજન ૪×૧·૦૦૮ પારમાણવિક ભાર = ૪·૦૩૨ પારમાણવિક ભાર છે પણ નવા બનતા હેલિયમનું વજન ૪·૦૦૪ પારમાણવિક ભાર એટલે કે ૦·૦૨૮ પારમાણવિક ભાર જેટલું ઓછું થાય છે આ ઓછું થએલું વજન જ સૂર્યને ગરમ રાખતી શક્તિના રૂપમાં ફેરવાઈ જતું હોય છે.

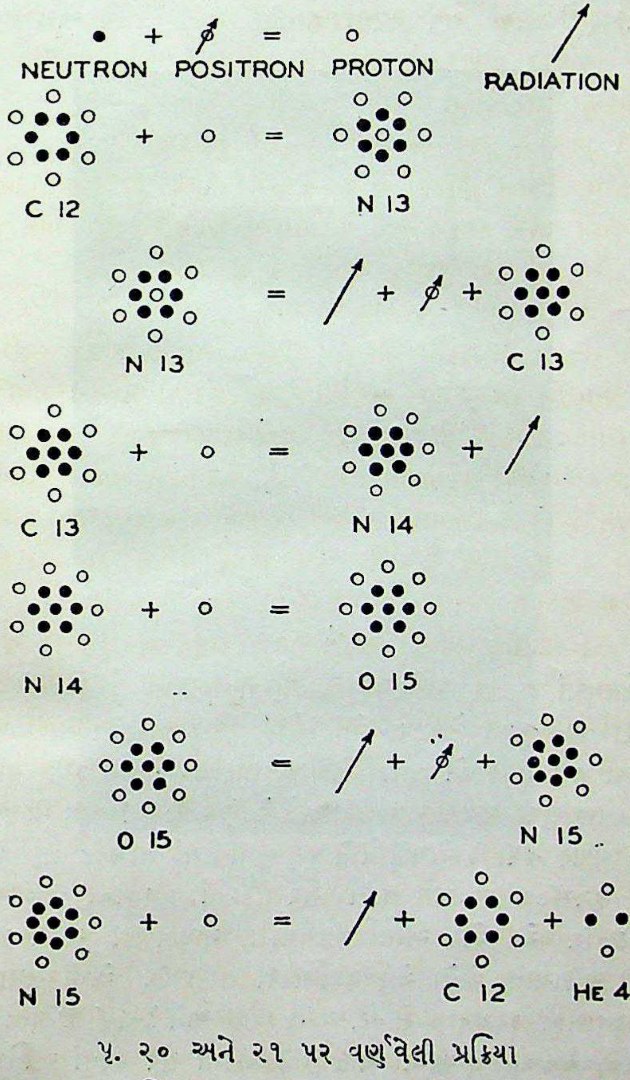
ડૉ. બીથીના ગણિત અનુસાર આર્દ્રવાયુનું એક રૂપાંતર થવામાં ૫૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષ લાગે છે. સૂર્યમાં આર્દ્રવાયુનો જે જથ્થો છે એ જોતાં માલૂમ પડે છે કે સૂર્ય હજી આપણને ઓછામાં ઓછાં ૨,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ વર્ષ સુધી ગરમી અને પ્રકાશ આપ્યાં કરશે.

પણ આ થઈ એકલા સૂર્યની વાત. હવે થોડી બીજા તારાઓની વાત પણ લઈએ.

હંસમંડળમાં એક **ય** નામનો તારો છે. એ તારો આપણાથી એટલો બધો દૂર છે કે એને જોવા માટે દૂરબીનની જરૂર પડે. **ય** હંસને તપાસતાં જણાયું છે કે એનો તેજાંક સૂર્ય કરતાં ૩૨,૦૦૦ ગણો છે. મતલબ કે એ તારામાંથી જે શક્તિ યા ગરમી અવકાશમાં વહી જાય છે તે, સૂર્યની ગરમી યા શક્તિના મુકાબલે ૩૨,૦૦૦ ગણી વધારે છે. ડૉ. બીથીના મત અનુસાર આનો અર્થ એ થયો કે એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

૪૧ π/5 २२६८८
Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

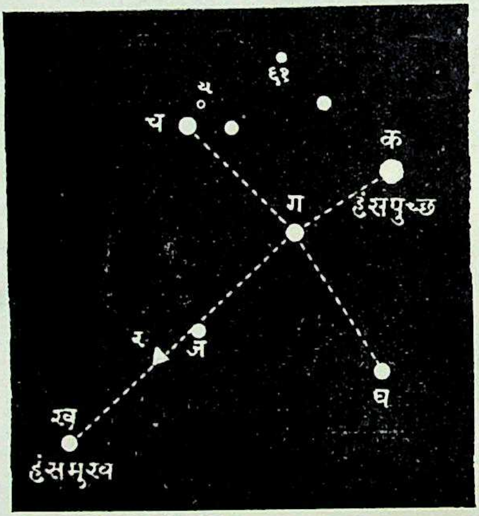


પૃ. ૨૦ અને ૨૧ પર વર્ણવેલી પ્રક્રિયા
ચિત્રરૂપે અંગ્રેજી સંકેતાક્ષરોમાં.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar
पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તારાના પેટાળમાં સૂર્ય કરતાં હજારો ગણી ઝડપે આર્દ્રવાયુનું



હંસ મંડળ

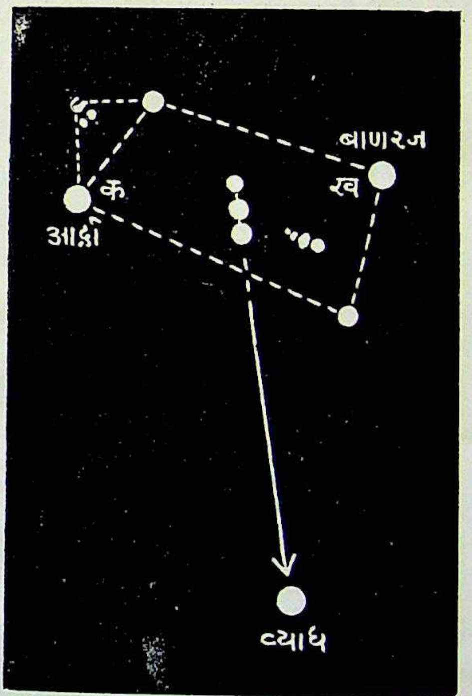
હેલિયમમાં રૂપાંતર થઈ રહ્યું છે. પૃથ્વીની ઉંમરના હિસાબે આ તારો તદ્દન યુવાન લેખાય. એને જોઈ ઘરડા તારાઓ તો એમ જ કહેતા હશે ને કે એ જુવાનીઓ પોતાની હાઈડ્રોજન રૂપી શક્તિ, ઘરડપણ સુધી સાચવી રાખવાને બદલે વેડફી રહ્યો છે! પણ એ વૃદ્ધોને ક્યાં ખબર નથી કે એમણે પોતે પણ જુવાનીમાં આમ જ કર્યું હતું!

મૃગમંડળનો આર્દ્રા તારો સૂર્ય કરતાં ૩,૬૦,૦૦,૦૦૦ ગણો મોટો છે. એ એક અતિવિરાટ તારો ગણાય છે. આર્દ્રા ફૂલતો અને સંકોચાતો એવો એક રૂપવિકારી તારો છે. એની સપાટીનું ઉષ્ણતામાન ૩૨૦૦° (સેન્ટિ. અંશ) છે. અને કેન્દ્રનું ઉષ્ણતામાન ૧,૨૦,૦૦,૦૦૦° (સેન્ટિ. અંશ) છે. કદમાં સૂર્ય કરતાં અતિઘણો મોટો આ તારો, ઉષ્ણતામાનની દૃષ્ટિએ સૂર્ય કરતાં પણ ઠંડો છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આનો અર્થ એ થયો કે એના પેટાળમાંનું આર્દ્રવાયુનું હેલિયમમાં થતું રૂપાંતર બહુ જ ધીમે ધીમે થાય છે. ય હંસની સરખામણીમાં આર્દ્રા તારો ખરેખર ઘરડો તારો ગણાય.



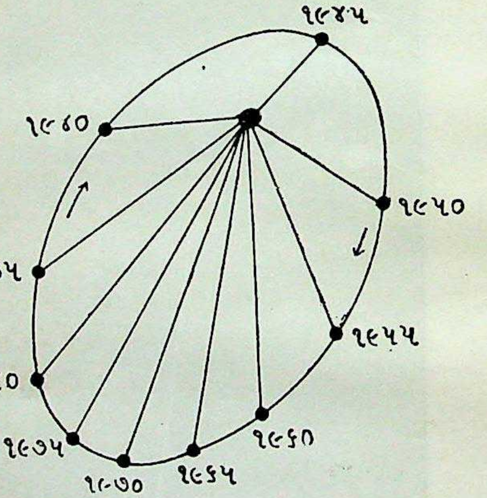
આર્દ્રા અને વ્યાધ

પણ આ બંનેને આંટી દે એવો એક તારો વ્યાધનો સાથી તારો છે. વ્યાધનો તારો બે તારા મળીને બનેલો યુગ્મ તારો છે. એનો મુખ્ય તારો ખૂબ ચળકતો છે. નરી આંખે આકાશમાં દેખાતા તારાઓમાં એ સૌથી તેજસ્વી દેખાય છે. પણ એનો સાથી તારક ખૂબ ઝાંખો અને ખૂબ નાનો છે. એને જોવા માટે સારા શક્તિશાળી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દૂરબીનની જરૂર પડે છે. વ્યાધના સાથી–તારક જેવા તારાઓને શ્વેતવામન તારા તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. વ્યાધનો સાથી તારક માત્ર ૧૯,૦૦૦ માઈલના વ્યાસવાળો આકાશી પિંડ છે. એ શ્વેત રંગી છે એટલે એનું ઉષ્ણતામાન ઘણું ઊંચું હોવાનું જણાયું છે.



વ્યાધ અને સાથી તારકની કક્ષા

તેજસ્વિતાની દૃષ્ટિએ જોતાં માલૂમ પડ્યું છે કે એ તારો સૂર્યના ૩૬૦મા ભાગનો તેજસ્વી છે. એટલે હવે પ્રશ્ન થશે કે ઉષ્ણતામાન વધુ હોવા છતાંય એ આટલો ઝાંખો કેમ?

વ્યાધના સાથી તારકનું ઝાંખા હોવાનું કારણ એનું ઘણું નાનું કદ છે. આર્દ્રા ઓછા ઉષ્ણતામાનવાળો તારો છે પણ કદમાં એ અતિ ઘણો મોટો હોવાને લીધે એની સપાટી પણ ઘણી વિશાળ છે. વિશાળ સપાટીમાંથી નીકળતા તેજને કારણે, આર્દ્રા એટલો તેજસ્વી દેખાય છે. એથી ઊલટું વ્યાધના સાથી તારકનું ઉષ્ણતામાન ઘણું ઊંચું હોવા છતાંય એની સપાટી અતિ ઘણી ઓછી છે, અને એ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સપાટીમાંથી જે તેજધારા બહાર નીકળે છે તે સૂર્ય તેજ-ધોધની સરખામણીમાં સાવ અલ્પ છે. આ કારણે જ એ ઝાંખો દેખાય છે. પણ બીજી દૃષ્ટિએ જોઈએ તો એ સૂર્યને મહાત કરે એટલા વજનવાળો છે. એ નાનકડા તારાનું કુલ વજન સૂર્યના ⅘ વજન જેટલું છે તમે પૂછશો, 'આનો અર્થ શો?' એનો અર્થ એ કે એ તારાનું દ્રવ્ય ખૂબ ઠાંસી ઠાંસીને ભરાએલાં નાભિ કેન્દ્રોનું હોવું જોઈએ. અને છે પણ એમ જ.

વ્યાધના સાથી તારકનું દ્રવ્ય પાણીના હિસાબે ૪૦.૦૦૦ ગણું ભારે છે. એ દ્રવ્યમાંથી દિવાસળીના ખોખામાં સમાય એટલું દ્રવ્ય લઈ એનું વજન કરવામાં આવે તો ઓછામાં ઓછું ૪૦થી ૫૦ મણ જેટલું થશે! નવાઈની વાત એ છે કે વ્યાધના એ ભારે સાથી તારકના કેન્દ્ર ભાગે આવેલા, માત્ર ટાંકણીના માથા જેટલી જગામાં સમાએલા દ્રવ્યનું વજન લગભગ ૧૫,૦૦૦ ટન જેટલું થાય છે!

કલ્પના કથા કરતાં સત્ય કથા વધુ આશ્ચર્યજનક હોય છે તે આનું નામ.

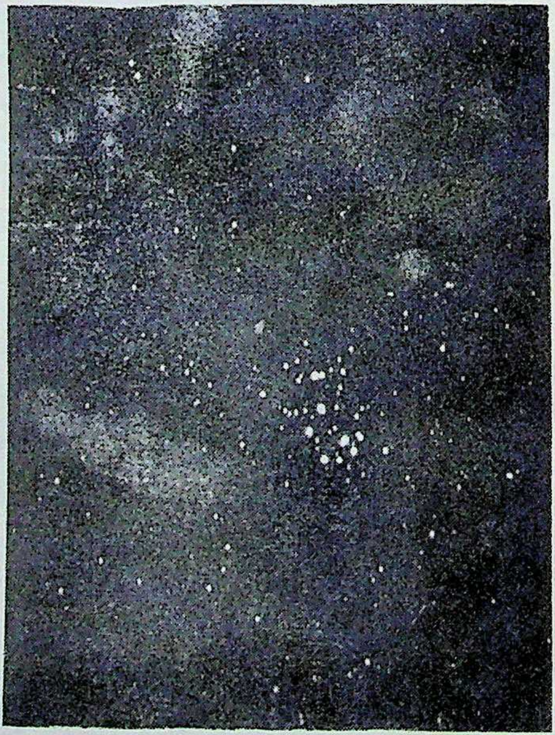
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૩

વિરાટ અને વામન

રાતના નિર્મળ આકાશ તરફ નજર કરીશું તો અનેક પ્રકારના તારા જોવા મળશે. કેટલાક ખૂબ ચળકતા હશે તો કેટલાક સાવ ઝાંખા. કેટલાક એકલપંથી અવકાશની યાત્રા કરતા જણાશે તો કેટલાક વળી રેલના મુસાફરોની પેઠે કેકકેકાણે ભિડાઈ બેઠેલા જણાશે. અને એમની રંગછટા! કેટલાક તારા નીળા દેખાશે તો કેટલાક પીળા, લાલ યા સફેદ માલૂમ પડશે.



ભેગા અને છૂટા તારા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તારાઓને જોઈ ચળકતા તારા મોટા અને ઝાંખા તારા નાના એવો ખ્યાલ આવવો સ્વાભાવિક છે, પણ એ ખ્યાલ સાચો નથી. ચળકતા તારાનું ઘણું તેજ આપણી આંખમાં પ્રવેશવાના કારણે આપણે એમને મોટા કલ્પીએ છીએ. દૂરબીન વડે જોતાં આ ભ્રમ તરત નાબૂદ થાય છે. મોટામાં મોટા દૂરબીન વડે જોતાં સૂર્ય, ચંદ્ર કે ગ્રહો મોટા થયેલા જણાય છે, પણ કોઈ તારો મોટો બનેલો દેખાતો નથી; એ પ્રકાશબિંદુ જેવોજ રહે છે.

તો શું બધા તારા એકસરખાજ હશે? એ બધા માત્ર પ્રકાશબિંદુઓજ હશે?

આપણે જાણીએ છીએ, કે કોઈ વસ્તુ આપણી પાસે હોય તે કરતાં તે જ્યારે દૂર હોય છે ત્યારે નાની દેખાય છે. આકાશમાં ચડતી પતંગનો સૌને ખ્યાલ છે. જેમ જેમ પતંગ દૂર ને દૂર જતી જાય છે, તેમ તેમ એ નાની ને નાની દેખાતી જાય છે. સૂર્ય અને ચંદ્ર આપણને નાના દેખાય છે. પણ એ પૃથ્વી પર આવેલા નથી—પૃથ્વીથી દૂર છે, માટે એ વાસ્તવમાં મોટા હોવા જોઇએ એ આપણે જાણીએ છીએ. પણ ત્યારે તારાઓનું શું? તારા આપણી પાસે છે કે દૂર?

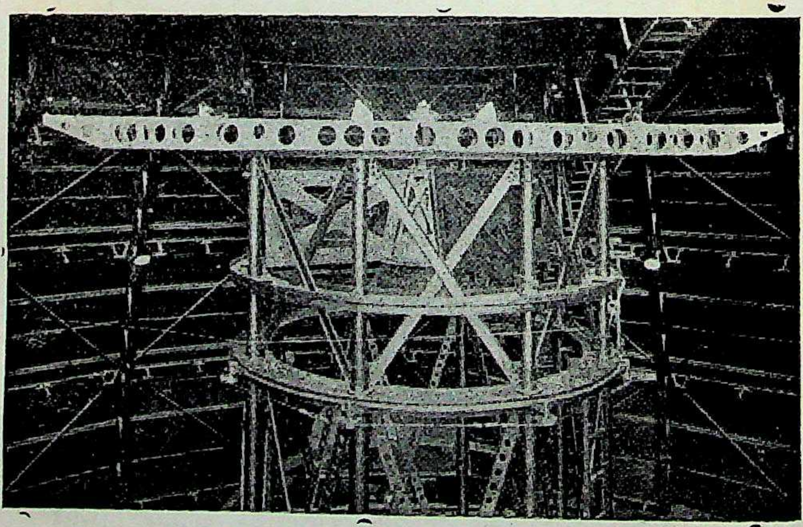
બે વસ્તુ પૈકી કોઈ એક પાસે છે યા દૂર એનું પારખું આમ કરી શકાય છે. પ્રથમ એ બંને વસ્તુઓ એકજ લીટીમાં આવે એમ એમના તરફ જુઓ. પછી સહેજ ડાબા યા જમણા ખસીને જુઓ. જે વસ્તુ આપણી પાસે હશે તે બીજી વસ્તુના મુકાબલે ઊલટી દિશામાં ખસી જતી જણાશે. ગાડીમાં મુસાફરી કરતા હોઇએ છીએ ત્યારે પાસેનાં ઝાડ કેવાં વિરુદ્ધ દિશામાં સરકી જાય છે! આકાશી પદાર્થોનું પણ આમજ છે. સૂર્ય અને ચંદ્રનું નિરીક્ષણ કરશો તો માલૂમ પડશે, કે ચંદ્ર આકાશી તારાપટ પર ઝપાટાબંધ સરકતો જણાય છે, જ્યારે સૂર્ય ધીમેથી. આમ એ બંનેના હિસાબે તારા દૂરના છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દૂરની વસ્તુ હોય એ મૂળરૂપમાં મોટી હોવી જોઇએ ને? દૂરબીનમાંથી તારા મોટા દેખાતા નથી એનો હવે એક જ અર્થ કરી શકાય, કે તારાઓ સૂર્ય, ચંદ્ર અને ગ્રહોના હિસાબે અતિઘણા દૂર છે અને તેથી જ એ મોટા થયેલા દેખાતા નથી.

પણ વિજ્ઞાનીઓ એમ હાર ખાય એવા નથી. એમણે તારાઓના વ્યાસ માપવા માટે 'ઇન્ટર ફેરોમીટર' નામનું સાધન બનાવ્યું છે. એને દૂરબીન સાથે લગાડી એના વડે એમણે, નજદીકના કેટલાક તારાઓના વ્યાસ માપ્યા છે. અમેરિકાની માઉન્ટ વિલ્સન વેધશાળાના ૧૦૦ ઇંચવાળા હૂકર દૂરબીન સાથે જોડેલું ઇન્ટર ફેરોમીટર ૨૦ ફૂટ લાંબુ છે: પણ એ વડે જે તારાઓના વ્યાસ માપી શકાયા છે એમની સંખ્યા બહુ જ થોડી–આંગળીને વેઢે ગણી શકાય એટલી–બાર જેટલી જ છે.

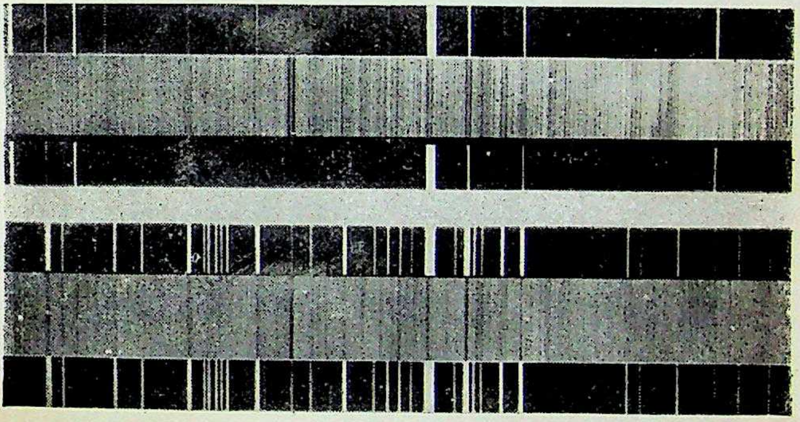


ઇન્ટર ફેરોમીટર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઇન્ટર ફેરોમીટરથી પણ કામ ન બન્યું ત્યારે ખગોળશાસ્ત્રીઓએ નવી જ તરકીબો શોધી અનેક તારાઓનાં વ્યાસ અને કદ માપ્યાં છે. આ પૈકીની વધુ સફળ એક રીત રંગપટની છે.



રંગપટ અને તેની રેખાઓ

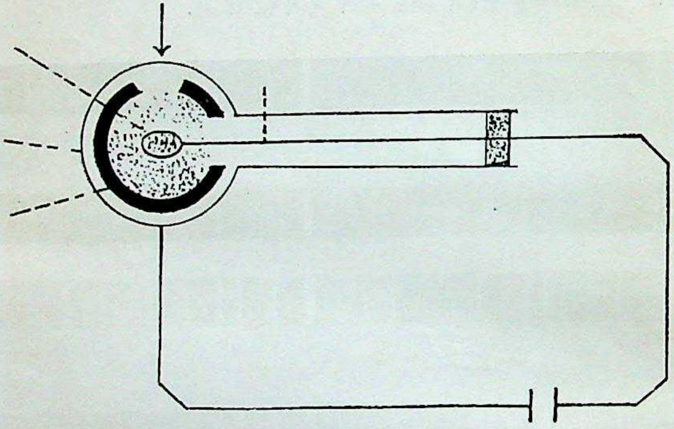
આકાશના તારાઓના રંગ જુદા જુદા છે. રંગમાં તફાવત હોવાનું કારણ તારાઓના ઉષ્ણતામાનનું છે. જે તારા ખૂબ ખૂબ ગરમ છે એમના રંગ નીળા અને જે તારા ઓછામાં ઓછાં ગરમ છે એમના રંગ લાલ છે. ઉષ્ણતામાનના ચડતા અનુક્રમે તારાઓના રંગ લાલ, નારંગી, પીળો, સફેદ, નીલશ્વેત અને નીળો છે. સામાન્યત: લાલ તારાનું ઉષ્ણતામાન ૩૨૦૦° (સે.) અને નીળા તારાનું ૧૫ ૦૦૦° (સે.) હોય છે. આપણો સૂર્ય એક પીળો તારો છે અને એનું ઉષ્ણતામાન ૬,૦૦૦° (સે.) જેટલું છે.

રંગપટની મદદથી અનેક તારાઓનાં ઉષ્ણતામાન (અલબત્ત તારાની બહારની સપાટીનાં જ) માપી શકાયાં છે. તારાઓની તેજસ્વિતા અને એમનાં પૃથ્વીથી અંતર સરળતાથી જાણી શકાતાં

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બાબતો છે, એટલે એમની અને ઉષ્ણતામાનની મદદથી તારાઓનાં કદ અને વ્યાસ સહેલાઈથી શોધી શકાય છે.



ફોટો ઇલેક્ટ્રિક સેલ
(તારાઓનાં ઉષ્ણતામાન માપે છે.)

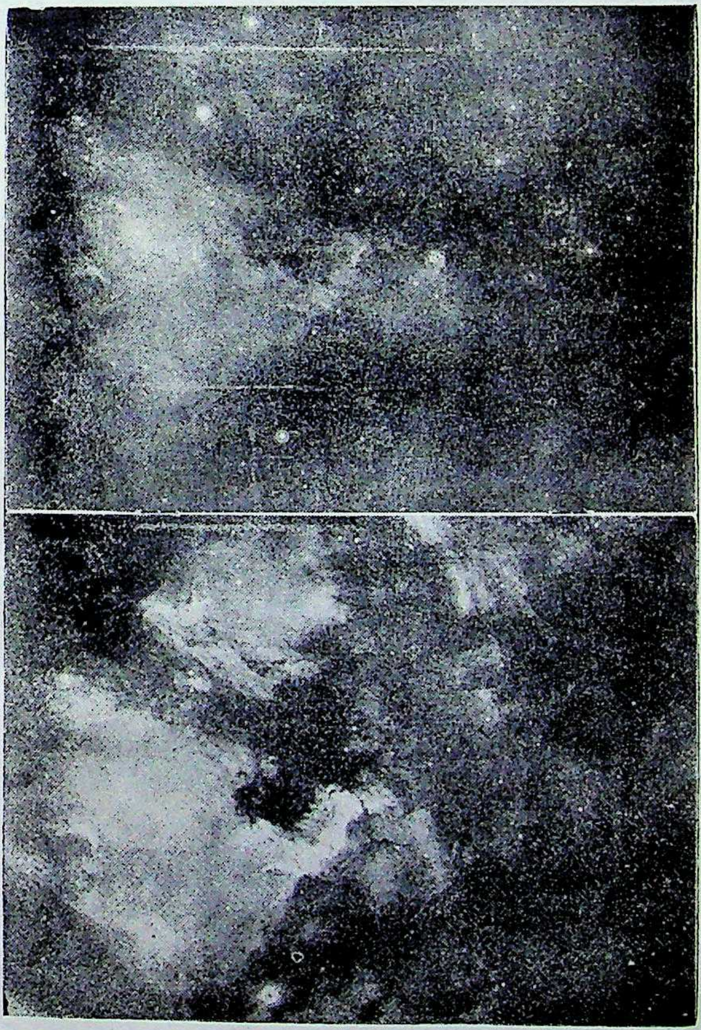
કદ, ઘટત્વ, રંગ, દળ, ઉષ્ણતામાન અને એવી બીજી અનેક બાબતોમાં તારા એકબીજાથી જુદા પડે છે. અનેક તારાઓનું વર્ગીકરણ કરવું હોય તો આ બધી બાબતોને સાંકળી લે એવી કોઈ પદ્ધતિ યોજવી જોઈએ. આપણે જોયું, કે તારાના રંગ અને તેજના આધારે એનાં કદ અને વ્યાસ શોધી શકાય છે. એટલું જ નહિ પણ તારા-વિષયક બીજી કેટલીક બાબતો પણ જાણી શકાય છે. આ કારણે તારાઓના વર્ગીકરણમાં રંગ અને તેજને મહત્ત્વનાં સ્થાન મળ્યાં છે.

તારાઓના રંગ પરથી ઉષ્ણતામાન શોધી કાઢી એમનાં તેજના આધારે તારક કદ શોધી શકાય છે એ આપણે જોયું. પણ આકાશસ્થિત બધા તારા આપણાથી એકસરખે અંતરે આવેલા નથી તેમજ એ બધા એકસરખા તેજસ્વી પણ નથી. બધા તારાનાં તેજ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એકસરખાં હોય તો અંતરના હિસાબે એમનાં કદ જાણી શકાય



ચિત્ર આઠું જુઓ : જુદા જુદા રંગમાં હંસની નીહારિકા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અથવા બધાનાં અંતર સરખાં હોય તો તેજના આધારે એમનાં કદ જાણી શકાય. પણ તારાઓનાં તેજ અને અંતર સાવ નિરનિરાળાં છે તેનું શું ?

તેજ અને અંતરનો મેળ મેળવવા તારાઓને અમુક ચોક્કસ અંતરે (૩૨·૬ પ્રકાશવર્ષ)* રાખી જોતાં એ કેટલા તેજસ્વી દેખાય છે એનો પ્રકાશ–આંક (નિરપેક્ષ વર્ગ) શોધવામાં આવે છે. સૂર્ય પૃથ્વીથી સવાનવ કરોડ માઈલ દૂર છે. પ્રકાશની ગતિના હિસાબે આ અંતર સવાઆઠ પ્રકાશમિનિટનું ગણાય. સૂર્યને ૩૨·૬ પ્રકાશવર્ષ દૂર મૂકી જોવામાં આવે તો તે એક સામાન્ય તારા જેવો દેખાશે. આકાશમાં નરી આંખે જોતાં જે ખૂબ ચળકતા તારા દેખાય છે એ બધા પહેલા વર્ગના તારા છે અને સાવ ઝાંખા દેખાય છે તે છઠ્ઠા વર્ગના. સૂર્યને ૩૨·૬ પ્રકાશવર્ષ દૂર રાખી જોઈએ તો તે ચોથા અને પાંચમા વર્ગની વચ્ચેના તારા જેવો દેખાશે. આનો અર્થ એ થયો, કે આપણને ખૂબ તાપ આપતો અને ખૂબ તેજસ્વી દેખાતો સૂરજ વાસ્તવમાં એક સામાન્ય તારો જ છે.

તારાઓનાં રંગ, તેજ વગેરેની સરખામણી પરથી માલૂમ પડયું છે કે આકાશના મોટા ભાગના તારાઓનાં તેજ અને રંગમાં એકસરખો નિયમ પ્રવર્તે છે. તારાનું ઉષ્ણતામાન જેમ વધુ તેમ એનો રંગ લાલથી આગળ વધી પીળો અને છેવટે નીળો થતો જાય છે. રંગના હિસાબે જણાયું છે કે લાલ રંગના તારા સૂર્ય કરતાં ૧૦૦મા ભાગના યા એથી ઓછા તેજસ્વી છે; જ્યારે નીલવર્ણા તારા સૂર્ય કરતાં ૧૦૦ ગણા યા એથી વધુ તેજસ્વી છે.

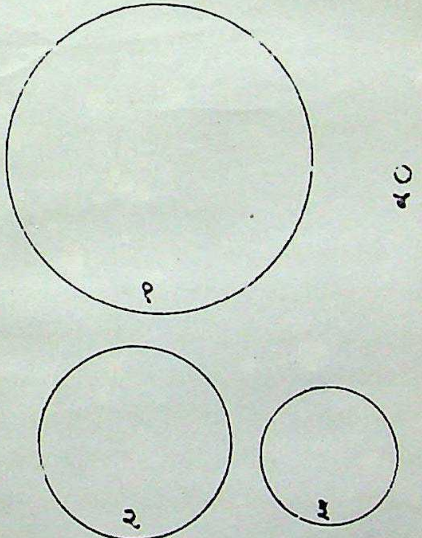
પણ આ થઈ આકાશના મોટા ભાગના તારાઓની વાત. કેટલાક તારા એવા પણ છે કે જેમનો રંગ લાલ હોવા છતાંય એ સૂર્યથી

* સેકંડે ૧,૮૬,૦૦૦ માઈલના વેગથી ચાલતાં એક વર્ષમાં પ્રકાશ જેટલું અંતર કાપે એને પ્રકાશવર્ષ કહે છે. આ અંતર ૫,૮૮,૦૦,૦૦,૦૦૦૦ માઈલનું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૦૦ ગણા યા એથી વધુ તેજસ્વી છે. આનો અર્થ એ થયો કે ઓછા ઉષ્ણતામાનવાળા એ તારાઓનાં કદ સૂર્ય જેવડાં જ હોત તો તેઓ સૂર્ય કરતાં ઓછા તેજસ્વી દેખાત. પણ તે વધુ તેજસ્વી દેખાય છે માટે એમનાં કદ સૂર્ય કરતાં મોટાં હોવાં જોઈએ. કદ મોટાં હોય તો જ એ વધુ પ્રકાશિત દેખાઈ શકે. આ પ્રકારના તારા કે જેમનાં કદ સૂર્ય કરતાં ઘણાં ઘણાં મોટાં છે એમને વિરાટ તારા કહેવામાં આવે છે.



વિરાટ તારા: ૧. રોહિણી, ૨. સ્વાતિ અને ૩. બ્રહ્મહૃદય. ૪. સૂર્ય

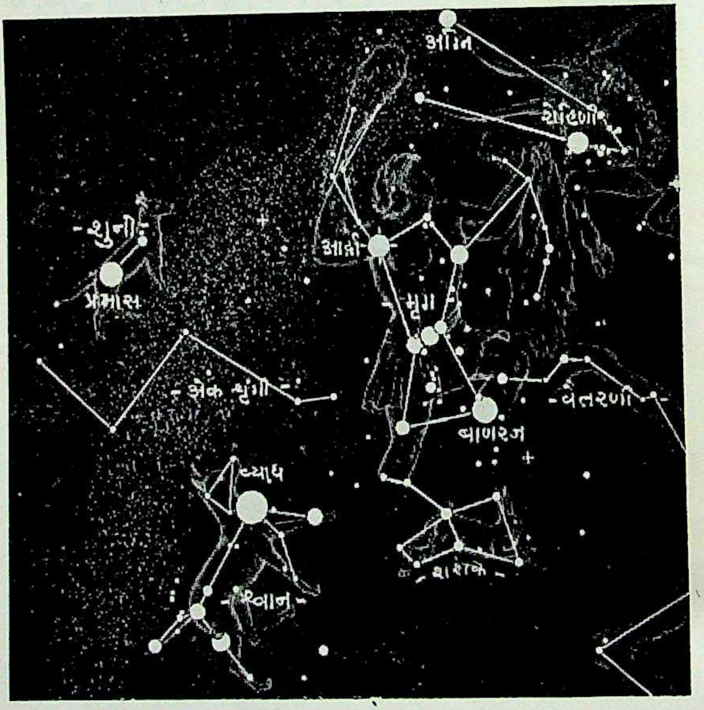
એથી ઊલટું જે તારાઓનાનાં તેજ સૂર્યના હિસાબે ૧૦૦મા ભાગનાં યા એથીયે વધુ ગણાં ઓછાં છે તેમને વામન તારા કહેવામાં આવે છે. આકાશના લગભગ ૮૦ ટકા તારા વામન વર્ગના[1] તારા છે. એ

૧. ૩૨.૬ પ્રકાશવર્ષ છેટે રાખતાં જે તારા પહેલા વર્ગના યા એથી ઓછા ચળકતા દેખાય છે એ બધા વામન તારા છે; જ્યારે અતિ ચળકતા દેખાતા તારા વિરાટ તારા છે. Dwarf stars, Main Sequence Stare.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

બધા તારાનું એક સામાન્ય નામ સમરૂપ તારા પણ છે; કારણકે એમાંના ઘણાખરા તારા વજનની દષ્ટિએ સૂર્યથી વધુમાં વધુ પાંચ ગણા યા ઓછામાં ઓછા પાંચમા ભાગના વજનદાર છે.



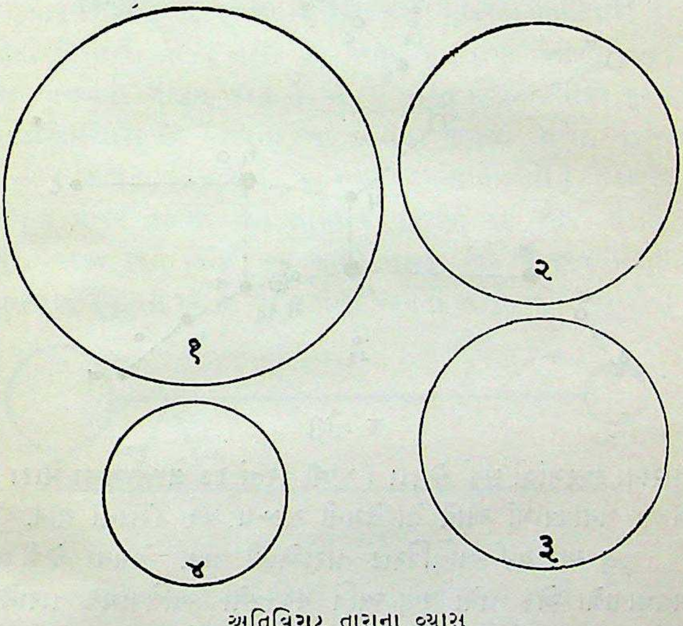
રોહિણી અને આર્દ્રા

વિરાટ તારા તેજસ્વી તારા છે. એ માત્ર લાલ રંગના તારા છે એવું નથી. વિરાટ તારા જુદા જુદા રંગના પણ છે. આકાશના જાણીતા વિરાટ તારાઓમાં બ્રહ્મહૃદય, સ્વાતિ, રોહિણી, પારિજાત, મિરા, આર્દ્રા અને क શૌરી મુખ્ય છે. આ પૈકી પારિજાત, મિરા આર્દ્રા અને क શૌરી અતિ ઘણા મોટા વિરાટ તારાઓ છે. આ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પ્રકારના તારાઓને અતિવિરાટ તારા કહેવામાં આવે છે. સાથે આપેલાં આકૃતિ અને કોઠા પરથી અતિવિરાટ તારાઓની મોટાઈનો કંઈક ખ્યાલ આવી શકશે.



અતિવિરાટ તારાના વ્યાસ

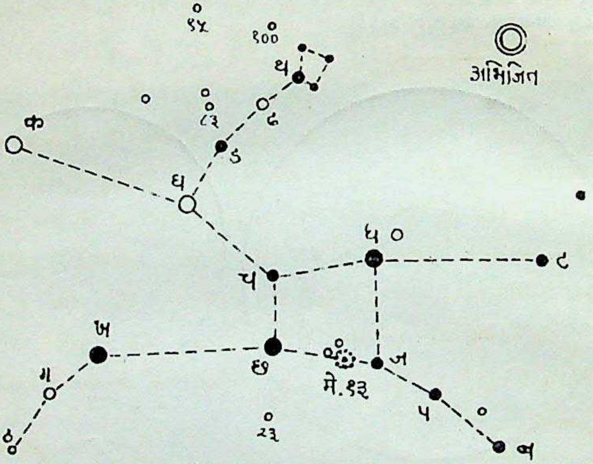
૧. આર્દ્રા, ૨. પારિજાત અને ૩. ગ્રહમંડળ. ૪. પૃથ્વીની કક્ષા (૧૮ કરોડ માઈલ)

નામ	પૃથ્વીથી અંતર	કદ (સૂર્યના હિસાબે)	તેજાંક (સૂર્યના હિસાબે)
૧. પારિજાત	૨૫૦ પ્રકાશવર્ષ	૩,૫૯,૩૭,૦૦૦	૧૯૦૦
૨. મિરા	૨૫૦ ,,	૯,૭૩,૩૬,૦૦૦	૧૮૦
૩. આર્દ્રા	૩૦૦ ,,	૩,૫૯,૩૭,૦૦૦થી ૯,૭૩,૩૬,૦૦૦	૩૬૦૦
૪. क શૌરી	૮૦૦ ,,	૫૧,૨૦,૦૦,૦૦૦	૧૯૦૦

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાણીતા અતિવિરાટ તારાઓ પૈકી क શૌરીનું (શૌરી મંડળના મુખ્ય તારાનું) કદ ૫૧ કરોડ સૂર્યકદ જેવડું છે! મતલબ કે એ



क શૌરી

તારાના દ્રવ્યમાંથી સૂર્ય જેવડા (પૃથ્વી કરતાં ૧૩ લાખ ગણા મોટા) ગોળા બનાવવામાં આવે તો તેમની સંખ્યા ૫૧ કરોડની થાય.

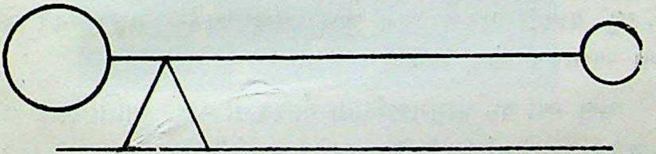
પણ આ થઈ અતિવિરાટ તારાઓની વાત. એમના જેવી જ મહત્તાવાળો એક નાનો પણ અતિ મહત્ત્વનો અતિવામન તારાનો વર્ગ છે. આ વર્ગના તારા કદમાં નાના હોવા છતાં ય રંગે રાતા નથી. એ બધા સફેદ રંગના છે. રંગના હિસાબે આનો અર્થ એમ કરાય કે એ તારાઓની સપાટીનાં ઉષ્ણતામાન ખૂબ જ ઊંચાં હોવાં જોઈએ. વાસ્તવમાં આ ઠીંગુજીઓનાં ઉષ્ણતામાન લાલ તારાઓના ઉષ્ણતામાન કરતાં ઊંચાં છે ઊંચા ઉષ્ણતામાનવાળા આ ઠીંગુજીઓને શ્વેતવામન કહેવામાં આવે છે. અતિવિરાટ તારા જેમ કદની દૃષ્ટિએ આશ્ચર્ય ઉપજાવનારા છે તેમ શ્વેતવામન તારા ઘટત્વની દૃષ્ટિએ નવાઈ પમાડનારા છે. પદાર્થના વજનને એના પોતાના કદ વડે ભાગતાં જે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આંકડો આવે છે તે તે પદાર્થના ઘટત્વનો આંક છે. વિજ્ઞાનની પદ્ધતિમાં પાણીના ઘટત્વને એકમ માની બીજા પદાર્થોના ઘટત્વને એની સાથે સરખાવવામાં આવે છે અને આ રીતની સરખામણીના આંકને તે પદાર્થનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ કહે છે.

ભારે વિશિષ્ટ ગુરુત્વવાળો જાણીતો તારો વ્યાધનો સાથીતારો છે. પહેલાં એ તારો એકલ તારો છે એવું માનવામાં આવતું હતું, પણ પાછળથી માલૂમ પડ્યું કે એ બે તારા મળીને બનેલો યુગ્મ –જોડીઓ–તારો છે. વ્યાધનો આ જોડીદાર ખૂબ જ ઝાંખો, નવમા વર્ગનો (વ્યાધના હિસાબે ૧૬,૦૦૦ મા ભાગનો તેજસ્વી) તારો છે. વ્યાધના પ્રખર તેજમાં એને સામાન્ય દૂરબીન વડે જોઈ શકાતો નથી. વ્યાધ અને એનો આ સાથી તારક એક મધ્યસ્થ કેન્દ્રની આજુબાજુ ફેરફૂદડી ફરે છે. બંને તારા વચ્ચેના અંતર અને ફેરફૂદડીના



મધ્યસ્થ કેન્દ્ર

કાળના આધારે એ બંનેનું એકત્ર વજન સૂર્યવજન કરતાં ૩½ ગણું હોવાનું જણાયું છે. કેન્દ્રથી દૂરત્વના હિસાબે વ્યાધનું પોતાનું વજન સૂર્યવજન કરતાં ૨½ ગણું અને સાથીદારનું વજન સૂર્યવજન જેટલું માલૂમ પડ્યું છે:

વ્યાધના સાથીદારનું વજન સૂર્ય જેટલું છે, પણ કદમાં એ સૂર્ય જેવડો નથી. એ સૂર્ય કરતાં ૨૭,૦૦૦ ગણો નાનો (યુરેનસ ગ્રહ જેવડો) છે. આનો અર્થ એ થયો, કે કદની સરખામણીએ વ્યાધનો સાથી તારક સૂર્ય કરતાં ૨૭,૦૦૦ ગણો ભારે છે. સૂર્યનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ દોઢ છે. આ હિસાબે વ્યાધના સાથીદારનું વિશિષ્ટ ગુરુત્વ ૪૦,૦૦૦ ગણું

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

થાય છે. મતલબ કે વ્યાધના સાથીદારનું દ્રવ્ય સરખા કદના પાણીના હિસાબે ૪૦,૦૦૦ ગણું ભારે છે. ૧૦ શેર પાણી માય એવડી ડોલમાં આ વામન તારાનું દ્રવ્ય ભરવામાં આવે તો એનું વજન ૧૦,૦૦૦ મણ થાય! કેવડું નાનું કદ અને છતાંય કેવું ભારે વજન! કદમાં વામન પણ વજનની દૃષ્ટિએ કેવો વિરાટ તારો!

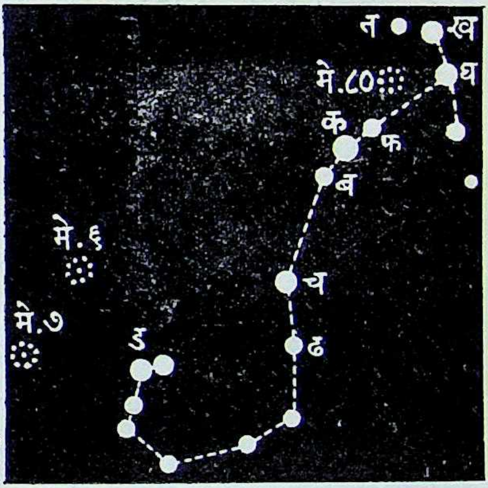
વ્યાધના સાથી તારાને પણ મહાત કરે એવા બીજા વામનજીઓ જડ્યા છે. એ પૈકીનો એક તારો કે જેની વૈજ્ઞાનિક સંજ્ઞા એ. સી. +૭૦° ૮૨૪૭ છે, તે ૨૮,૦૦૦° (સે.) ઊંચા ઉષ્ણતામાન વાળો પ્રચંડ તેજસ્વી તારો છે. એનું કદ પૃથ્વીકદના માત્ર આઠમા ભાગનું છે, જ્યારે વજન સૂર્યવજનથી અઢીગણું છે. આ હિસાબે આ ઠીંગુજીનું ઘટત્વ પાણીના હિસાબે ૩૬ કરોડ ગણું છે!! મતલબ કે એક ઘન ઇંચ જેટલા એ તારાના દ્રવ્યનું વજન ૬૨૦ ટન જેટલું થાય! મગજ અને બુદ્ધિ પણ બહેર મારી જાય એવી આ અજાયબ વાત છે ને?

પણ આ થઈ વામનજીઓના ઐશ્વર્યની વાત. અતિવિરાટ તારા પણ અદ્ભુતતામાં ઊતરે એવા નથી. કદમાં તો એ અદ્ભુત છે જ પણ ઘટત્વમાંયે અદ્ભુત છે! આપણે જેનો ઉલ્લેખ કરી ગયા છીએ તે વૃશ્ચિક મંડળમાં આવેલો પારિજાત તારો સૂર્ય કરતાં સાડાત્રણ કરોડગણો મોટો છે. આવડો મોટો આ અતિવિરાટ તારો વજનની બાબતમાં સાવ ક્ષુદ્ર છે. પારિજાતનું કુલ વજન સૂર્યવજન કરતાં માત્ર ૩૦ ગણું છે. આ હિસાબે એનું ઘટત્વ સૂર્યઘટત્વના દસલાખમા ભાગનું થાય છે. મતલબ કે પારિજાત ખૂબ જ આછા દ્રવ્યનો બનેલો તારો છે. એનું દ્રવ્ય એટલું બધું આછું છે, કે આપણા વાતાવરણમાં એક ઘનફૂટ જેટલી જગામાં જેટલું વાયુદ્રવ્ય સમાયેલું છે, તેટલું વાયુદ્રવ્ય પારિજાતના ૧૫૦૦ ઘન માઈલ જેટલા વિસ્તારમાંથી માંડ મળી શકે. કદમાં અતિવિરાટ છતાં દ્રવ્યસંભારની દૃષ્ટિએ કેવો કંગાળ તારો!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિશ્વરચના પણ કેવી અદ્દભુત છે! એક બાજુ વિરાટ તારા એમના કદથી આપણને આંજી નાખે છે તો બીજી બાજુ વામન



વૃશ્ચિક અને પારિજાત (क તારો)

તારા વજનના નવા જ પાઠ શીખવે છે. કેટલાક તારા અતિ ઊંચાં ઉષ્ણતામાન ધરાવે છે તો કેટલાક વળી અતિ નીચાં. સૂર્ય આ બધા તારાઓમાં એક સામાન્ય તારાનું પદ ભોગવે છે. એ સામાન્ય તારાના પણ એક સામાન્ય ગ્રહ–પૃથ્વી–પર આપણે એક સામાન્ય જીવ–માણસ-તરીકે જીવીએ છીએ. બીજાં પ્રાણીઓની સરખામણીમાં આપણે વધુ બુદ્ધિશાળી છીએ અને એ કારણે જ વિશ્વની આ અલૌકિકતા સમજી શકીએ છીએ એ પણ ઈશ્વરના અનુગ્રહની એક અદ્દભુત વાત નથી?!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આકાશનું રહસ્ય

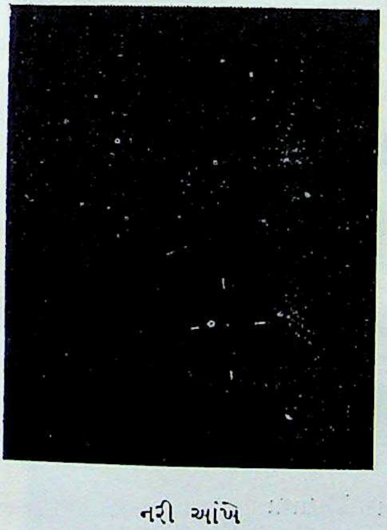
વરસાદનું ઝાપટું પડી ગયા પછી અને વનસ્પતિ પરથી પાણી નીતરી જતાં કુદરતની જે શોભા અનુભવવા મળે છે તેના જેવી, બલકે એથી વધુ ચેતનપ્રદ પ્રફુલ્લતા નિર્મળ અંધારી રાતે પ્રત્યક્ષ થતા તારાખચિત આકાશને જોવાથી મળે છે. અનંતના ગોખમાં એકેલા અનેકવિધ રૂપરંગના તારાઓને જોઈ હૃદયમાં સાત્વિક ભાવનો સંચાર થાય છે. મીઠું મધુરું ટમકતા તારા આકાશી સૌંદર્યની ઝાંખી કરાવવા સાથે આકાશી ભવ્યતા અને આકાશી ઊંડાણનું પણ આછું દર્શન કરાવી જાય છે. અને ત્યારે સ્વાભાવિક પ્રશ્ન ઊઠે છે કે આકાશમાં આટલા બધા તારા જડવાનું પ્રયોજન શું હશે?

આકાશમાં કેટલા તારા દેખાય છે એમ પૂછવામાં આવે તો તમે જરૂર લાખો તારા દેખાવાનું કહેશો. પણ તમારો આ જવાબ અનુભવગમ્ય ન હોવાથી અસત્ય ઠરશે. આકાશમાં લાખો તારા દેખાયાનું કહેવામાં આવે છે પણ ખરી રીતે, નરી આંખે દેખાતા બધા મળી સાત હજાર જ તારા છે. આમ એકી વખતે નરી આંખે વધુમાં વધુ સાડા ત્રણ હજાર તારા જોઈ શકાય છે. આકાશમાં લાખો તારા હોવાનો ભ્રમ થાય છે એનું કારણ આપણી આંખની રચનાનું છે. આંખ પર પદાર્થની જે છાપ પડે છે તે સેકંડના આઠમા ભાગ જેટલા સમય પૂરતી ટકી રહે છે. એ જ અરસામાં બીજી છબીઓ આંખ પર પડે તો તે પણ દેખાય છે. મતલબ કે આકાશ તરફ નજર નાખતાં ઘણા તારાઓની છબીઓ નેત્રપટ પર મોજૂદ રહેવાથી આપણને અનેક તારા હોવાનો ભાસ થાય છે. પણ સહેજ થોભી, એક એક કરી તારાની ગણતરી કરીશું તો માલૂમ પડશે કે આકાશમાં લાખો તારા દેખાય છે એ આપણી માન્યતા સાવ વજૂદ વિનાની છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અને છતાંય આકાશમાં લાખો તો શું પણ કરોડો તારા હોવાની વાત સાચી છે. આ બધા તારાઓને નરી આંખે જોઈ શકાતા નથી એમને જોવા માટે આપણી આંખને, વધુ દૂરનું જોઈ શકે એવા સાધનની મદદ લેવી પડે છે. આકાશના ઊંડાણનું દર્શન કરાવનારાં સાધનોમાં મુખ્ય બાયનોક્યુલર અને દૂરબીન છે. આકાશમાં નરી આંખે જ્યાં ૩૫૦૦ તારા દેખાય છે ત્યાં સારા બાયનોક્યુલર વડે



નરી આંખે

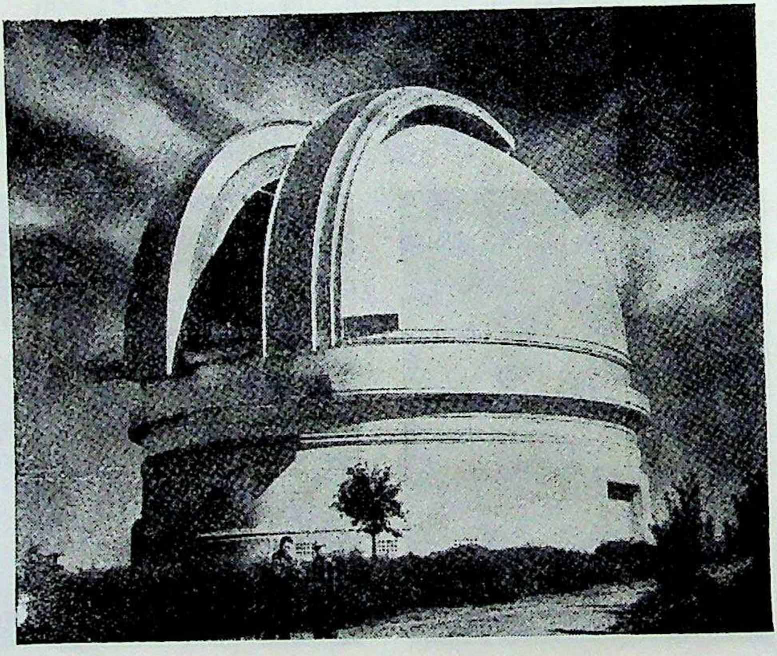
દૂરબીન વડે

સવા લાખ તારા જોઈ શકાય છે. દુનિયાનાં મોટામાં મોટાં દૂરબીન પૈકીનું, બીજું મોટું દૂરબીન અમેરિકાની માઉન્ટ વિલ્સન વેધશાળાનું ૧૦૦ ઇંચ કાચના વ્યાસવાળું દૂરબીન છે. આ દૂરબીન વડે દોઢ અબજ તારા જોઈ શકાય છે. આશ્ચર્યની વાત એ છે કે એવા ઘણા બીજા તારા છે કે જે હજુ સુધી કોઈ દૂરબીન વડે પ્રત્યક્ષ થઈ શક્યા નથી! અદૃશ્ય રહી પોતાના અસ્તિત્વનો સંકેત પાડનારા આ તારા અનંતની લીલાનું એક ગૂઢ રહસ્ય છે.

पुस्तकालय
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar
गुरुकुल

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આગળ પૂછેલા સવાલ 'તારાઓને આકાશમાં શા માટે જડ્યા હશે?' ને જરા આગળ ધકેલી નવો પ્રશ્ન કરીએ તો આમ પૂછી



માઉન્ટ પાલોમર વેધશાળા

શકાય—તારાઓની આપણને કશી જરૂર છે ખરી? તારા આપણા શા ખપમાં આવે છે?

તારા પૃથ્વી પરની કોઈ વસ્તુ નથી કે એમનું મૂલ્ય વેપારીના હિસાબે દર્શાવી શકાય. સૂરજ અને ચંદ્ર આપણને જે રીતે કામ લાગે છે તેવી જ કોઈ રીતની, તારાઓના અસ્તિત્વની આપણા પૂરતી ભાગ્યે જ કોઈ ઉપયોગિતા દર્શાવી શકાય.

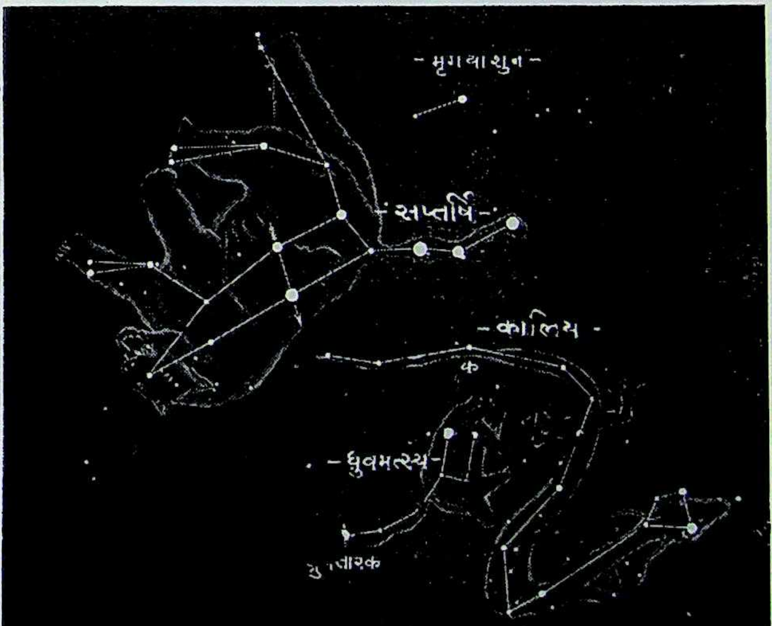
હજારો વર્ષ થયાં પૃથ્વી પર ગાડાખેડૂ, ઊંટ મુસાફર, ભરવાડ,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાવિક વગેરે લોકોની યાત્રા ચાલતી જ રહી છે. આ મુસાફરોને રાતના સમયે રસ્તો બતાવવામાં તારાઓની ખૂબ સહાય મળી છે. એમ જ કહોને કે યાત્રીઓ માટે તારા પથપ્રદર્શકનું કામ કરે છે.

તારાઓનો આજનો ઉપયોગ દિશા શોધવાનો અને સમય જાણવાનો છે. તારાઓની મદદથી ઉત્તર દિશા ખૂબ સહેલાઈથી જડી આવે છે. એક દિશા મળી આવી કે તરત જ બધી દિશાઓનું જ્ઞાન થઈ જાય છે. વળી તારા સાચાં ઘડિયાળો છે. આજે અનેક વેધશાળાઓ તારાઓના વેધ પરથી ચોક્કસ સમય આપવાનું કામ કરે છે. દુનિયાને સૂક્ષ્મ સમય આપનારી વેધશાળાઓમાં ઈંગ્લૅન્ડની ગ્રીનીચની વેધશાળા મુખ્ય છે.



ધ્રુવમત્સ્ય, સપ્તર્ષિ અને કાલિય

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પણ તારા વડે દિશા અને સમય ત્યારે જ સાચી રીતે શોધી શકાય છે કે જ્યારે આપણું એમના વિષેનું—નામ અને એમની આકાશી સ્થિતિ વ.નું—જ્ઞાન થોડેઘણે અંશે વ્યવસ્થિત હોય. આ માટે પહેલી જરૂર તારાઓના પરિચયની છે.

તારાઓને ઓળખવાનું કામ અઘરું નથી. માત્ર તમન્નાની જરૂર છે. જેના આધારે આપણે ઉત્તર દિશા નક્કી કરીએ છીએ તે ધ્રુવ તારો (સામાન્ય અર્થમાં સ્થિર તારો) તો ઘણાંએ જોયો જ હશે. ધ્રુવ તારાની આજુબાજુ પ્રદક્ષિણા કરતું સાત તારાનું એક મોટું મંડળ છે. ગામડાના લોકો એને ગાલ્લી કહે છે. એ ગાલ્લી અથવા સપ્તર્ષિમંડળ ન જોયું હોય એવો ભાગ્યે જ કોઈ માણસ હશે. કદાચ એમ બને કે સપ્તર્ષિમંડળને જોવા છતાંય એને એ નામથી ઓળખનારા ઘણા ઓછા હોય.

વૃશ્ચિક અને તુલા

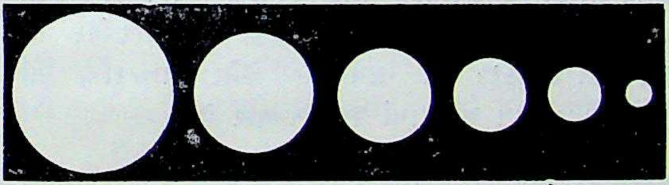
CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એ જ રીતે માગશર મહિનામાં, પડતી રાતે ઊગતા મૃગ (હરણાં)ને અને જેઠ મહિનામાં અગ્નિ દિશામાં ચળકતા વૃશ્ચિકને એક વાર ઓળખ્યા પછી એમને કોઈ ભૂલી શકે એમ નથી. આ ને આવાં બીજાં ઘણાં ઉદાહરણો સાબિત કરી શકે એમ છે કે તારા ઓળખવા સહેલા છે.

પણ ત્યારે તારાઓના રંગ અને તેજના ભેદોનું શું?

તારાઓમાં કેટલાક અતિ ચળકતા તો કેટલાક અતિ ઝાંખા દેખાય છે. જે તારા નરી આંખે મુશ્કેલીથી દેખાય છે તેમના કરતાં, સૌથી વધુ ચળકતા દેખાતા તારા ૧૦૦ ગણા તેજસ્વી હોય છે.



તારક વર્ગ ભેદ

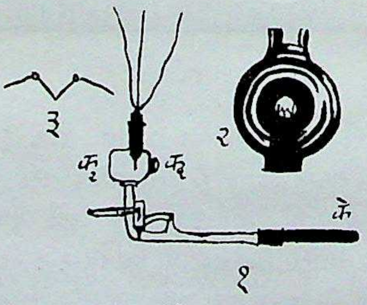
પણ આ થઈ નરી આંખે જોવાતા તારાની વાત. દૂરબીનથી એવા ઘણા તારા જોઈ શકાય છે કે જેમનાં તેજ નરી આંખે દેખાતા ઝાંખામાં ઝાંખા તારાના તેજ કરતાં પણ લાખો ગણાં ઓછાં છે! રંગની વાત વળી ન્યારી છે. તારાના વિવિધ રંગ એમની ગરમીની સ્થિતિ દર્શાવે છે. જે તારા ખૂબ ખૂબ લાલ છે તેમનું ઉષ્ણતામાન પૃથ્વીના કેન્દ્રભાગના ઉષ્ણતામાન જેટલું (૩૦૦૦° સેન્ટિ.) છે. આ ઉષ્ણતામાને કોઈ પણ ધાતુ ઘનરૂપમાં રહી શકતી નથી. પણ આકાશમાં આવા લાલ તારા બહુ ઓછા છે, અધિકાંશ તારા પીળા અથવા સફેદ રંગના છે. આ તારા લાલ તારા કરતાં વધુ ગરમ છે. સૂર્ય આવા પ્રકારનો જ એક તારો છે. એનું ઉષ્ણતામાન ૬૦૦૦ અંશ સેન્ટિ. છે. સૂર્ય કરતાં વધુ ગરમ તારા આસમાની રંગના છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

કેટલાક અતિ ગરમ આસમાની તારાઓનું ઉષ્ણતામાન ૨૫૦૦૦° (સે.)થી પણ વધુ છે! ચિત્રા તારાનું ઉષ્ણતામાન ૩૬૦૦૦° (સે.) લેખવામાં આવ્યું છે. ખૂબીની વાત એ છે કે આ બધાં ઉષ્ણતામાન તારાની સપાટી પરનાં જ છે અંદરના પેટાળનાં નહિ. તારા કેન્દ્રનાં ઉષ્ણતામાન કરોડો અંશનાં હોય છે!!

તારાઓનું ઉષ્ણતા રહસ્ય જે સાધનો વડે માપવામાં આવે છે તેમાંનું એક બોલોમીટર છે. આ સાધનમાં કાળી કરેલી પ્લેટિનમની એક પટ્ટી પર તારાના તેજને પડવા દેવામાં આવે છે. તેજ શોષીને એ પટ્ટી સહેજ વળાંક પામે છે. આ વળાંક અને તારાના અંતરના આધારે તારાનું ઉષ્ણતામાન નક્કી કરવામાં આવે છે. તારાની ઉષ્ણતા માપવાનું બીજું સાધન થર્મોકપલ છે. એ સિવાય એક ત્રીજું સાધન ફોટો ઇલેક્ટ્રિક સેલ નામનું છે જેનો આજકાલ, અતિ સૂક્ષ્મ ઉષ્ણતા માપ સાધવામાં ઉપયોગ થાય છે.



થર્મોકપલ

તારાઓનાં તેજ અને રંગની આ રહસ્યકથા, એમના કદનો વિચાર કરીએ છીએ ત્યારે વધુ ઘેરી બને છે. અનેકગણું ઉષ્ણતામાન ધરાવતા તારા મોટા તો હોવા જોઇએ ને? પણ દૂરબીન વડે જોતાં તારા મોટા હોવાનું જણાતું નથી. દુનિયાના મોટામાં મોટા દૂરબીન વડે જોતાં પણ તારા માત્ર પ્રકાશબિંદુ જેવા જણાય છે. આમ કેમ?

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

તારાઓ પ્રકાશબિંદુ માત્ર દેખાય છે એનું કારણ એ છે કે તે આપણાથી ઘણા ઘણા દૂર છે. ઘણા ઘણા દૂર એટલે હજારો લાખો માઈલ દૂર નહિ પણ અનેક કરોડો યા અબજો માઈલ દૂર. સૂર્યની જ વાત લઈએ. એ આપણાથી સવાનવ કરોડ માઈલ દૂર છે. સૂરજ પછીનો બીજો તારો આ કરતાં ૨,૭૦,૦૦૦ ગણો વધુ દૂર છે. આટલે છેટે બેઠેલો તારો નાનો જ દેખાય ને! પણ વિશ્વમાં બધા તારા પાસપાસે બેઠેલા નથી. અનેક તારા એવા છે કે જે આ પાછળના અંતર કરતાં પણ હજારો ગણા દૂર બેઠેલા છે.

આ પરથી ખ્યાલ આવશે કે તારા ખરેખર કેવડા મોટા છે. આકાશના કેટલાક તારા એવડા મોટા છે કે સૂર્ય એમની આગળ કશી વિસાતમાં નથી. પહેલાં જેની વાત કરી ગયા તે મૃગમંડળનો આર્દ્રા તારો સૂર્ય કરતાં સાડાત્રણ કરોડ ગણો મોટો છે જ્યારે શૌરી મંડળનો યેાગ તારો સૂર્ય કરતાં તો ૫૧ કરોડ ગણો મોટો છે. અનંતના ઊંડાણનું આ કેવું અદ્ભુત રહસ્ય!

અને છતાંય આવા અનેક અદ્ભુત તારાઓ વાળું આકાશ, તારાઓથી ભરેલું લાગવા છતાંય સાવ ખાલી છે. આકાશમાં તારા અહીંતહીં જ આવેલા છે. આકાશનો જેટલો ભાગ તારાઓથી ભરાયેલો છે તેની વાત આમ કહી શકાય. હિન્દુસ્તાનથી બમણી લંબાઈ પહોળાઈવાળા મુલકમાં ત્રણ ભમરાને છૂટા મૂકો અને એમના ઉડવાથી એ દેશના વાતાવરણમાં ભમરાની જેટલી ભીડ ગણાય તેનો ખ્યાલ કરો. વાસ્તવિક રીતે આકાશના તારાઓ વચ્ચે આવી જ પુષ્કળ ખાલી જગા છે. આપણે હમણાં જ જોઈ ગયા કે સૂરજ અને એની નજદીકની બીજા તારા વચ્ચે ઓછામાં ઓછું ૩ કરોડ સૂર્ય માય એટલું અંતર છે.* અને આવા તો અનેક તારા

* સૂર્ય-પૃથ્વીનું અંતર સવાનવ કરોડ માઇલ છે. સૂર્ય અને સમીપ તારાનું અંતર આ કરતાં ૨,૭૦,૦૦૦ ગણું છે. સૂર્યનો વ્યાસ સાડાઆઠ લાખ માઈલ છે. આ હિસાબે સૂર્ય અને સમીપ તારા વચ્ચે ૩ કરોડ સૂર્ય ગોઠવાય.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આકાશમાં યત્રતત્ર વિખેરાઈ પડેલા છે!

કેવડું મોટું આશ્ચર્યકારક પોલાણ!

પણ વધુ રહસ્યની વાત હવે જ શરૂ થાય છે. આંખે દેખાતા એ બધા તારા આકાશી રંગભૂમિનો એક પડદો જ માત્ર છે. એ

આકાશગંગામાંની કાળી નિહારિકા

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પડદાની પાછળ ઘણે દૂર દૂર સુધી વિશ્વનાટકના નટો બેઠેલા છે. આપણે આ પડદાને કોઈ નામ આપવું હોય તો એને આકાશગંગા વિશ્વ કહી શકીએ. અનેક પ્રકારના તારાઓથી ખીચોખીચ ભરાયેલું લાગતું પણ વાસ્તવમાં અતિ પોલાણ વાળું આ તારા–વિશ્વ સો અબજ સૂર્ય સમાવતું તારા વિશ્વ છે. આ વિશ્વના પોલાણમાં અનેક કાળા તારા ઉપરાંત કાળાં દ્રવ્ય વાદળો અને તારા–ધૂળ આવેલાં છે. આકાશગંગા–વિશ્વમાં જે પ્રકાશ આપણે જોઈએ છીએ તે તો અંધકારની વચ્ચે ક્યાંક દેખાતો પ્રકાશ માત્ર છે. અંધકારનો વિસ્તાર પ્રકાશના વિસ્તાર કરતાં અનેકગણો મોટો છે.

પણ ત્યારે, આ આકાશી પડદાની લંબાઈ પહોળાઈ વિષે થોડી વાત કરું? આકાશનાં અંતર માઈલોમાં માપવામાં આવતાં નથી. એ અંતર પ્રકાશ વર્ષમાં મપાય છે. પ્રકાશ એક વર્ષમાં જેટલું અંતર કાપે તેને પ્રકાશવર્ષ કહે છે. પ્રકાશ સમયના હિસાબે સૂર્યનું પૃથ્વીથી અંતર માત્ર સવાઆઠ મિનિટનું ગણાય છે. સૂર્ય સિવાયનો પાસેમાં પાસેનો તારો સવાચાર પ્રકાશ-વર્ષ દૂર છે; જ્યારે આકાશગંગાના પડદાની એક ધારેથી નીકળી, પ્રકાશ બીજી ધારે પહોંચે છે ત્યારે એને લગભગ એક લાખ વર્ષ લાગે છે! કેવો વિરાટ પડદો અને છતાંય કેવા ભારે પોલાણ વાળો!

પણ આકાશની રહસ્યકથા અહીં પૂરી થતી નથી. આકાશગંગા તો આકાશમાં આવેલો એક માત્ર તારાપડદો છે. એની પાર, અવકાશમાં વિખરાયેલા એના જેવા બીજા અનેક લાખ (!) તારાપડદા આવેલા છે. અને તે બધા એક બીજાથી એટલા બધા દૂર છે કે એમાંના બે પડદા વચ્ચેનું સામાન્ય અંતર પણ ઓછામાં ઓછાં દસ લાખ પ્રકાશ વર્ષનું છે! આમ છતાંય આશ્ચર્યની અને રહસ્યની મોટી વાત એ છે કે આટલી મોટી વસાહત વાળું આખું બ્રહ્માંડ સાવ ખાલી પડેલું છે. બ્રહ્માંડમાં આવેલી બધી તારા-દુનિયાને ભેગી કરીએ તો એમનું માપ સમુદ્રમાંના એક બિંદુ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જેટલું થશે, બાકીનો આખો સમુદ્ર સાવ ખાલી-શૂન્ય-રહેશે.

દેવયાનીનું તારાવિશ્વ
(આ તારાવિશ્વ આકાશગંગા વિશ્વ જેવું તારાવિશ્વ છે.
અને તે આપણાથી સાડા સાત લાખ પ્રકાશવર્ષ દૂર છે.)

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વૈજ્ઞાનિકો એક નવી રહસ્ય કથા શોધી લાવ્યા છે. એ કહે છે કે અનેક તારાવિશ્વો વાળું આપણું આ બ્રહ્માંડ પરિમિત છે. એને સીમા છે. એ ગોળાકાર છે એટલું જ નહિ પણ દિવસે દિવસે ફૂલતું જાય છે! ફૂલવાની વાત તમને પરી કથા જેવી તો નથી લાગતી ને? વૈજ્ઞાનિકો કહે છે કે આપણા આ બ્રહ્માંડનો વ્યાસ દર દોઢ અબજે વર્ષે બમણો થતો જાય છે! મતલબ કે બ્રહ્માંડના સભ્યો એકબીજાથી દૂર ને દૂર સરકતા જાય છે. પણ આ બધું ક્યાં જઈ અટકશે? આજના વિજ્ઞાનીઓ પાસે આનો જવાબ નથી, એટલે આ રહસ્યનું રહસ્ય આપણને કોણ સમજાવે? આપણે ભાગે તો માત્ર આ રહસ્યકથાના ફળરૂપ એટલું જ કહેવા સમજવાનું બાકી રહે છે, કે—

नान्तम् न मध्यं न पुनस्त्वादिं पश्यामि विश्वेश्वर विश्वरूप । *

* હે વિશ્વેશ્વર, આપના વિશ્વરૂપનો હું આદિ, મધ્ય કે અંત જોઈ શકતો નથી.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૫

વિશ્વનું રહસ્ય

આપણે જોયું કે આકાશમાં રૂપ રંગની વિવિધતાવાળા અનેક તારા આવેલા છે. આ બધા તારા વચ્ચે પુષ્કળ ખાલી જગા છે. કરોડો તારા મળી આપણું તારાવિશ્વ બન્યું છે. આ તારાવિશ્વ જેવાં પાછાં બીજાં અનેક તારાવિશ્વો અવકાશમાં પથરાયેલાં છે. આટલી ભારે ભીડાભીડને કારણે આકાશમાં રતિપૂર પણ ખાલી જગા નહિ હોય એવું નથી. વાત એથી સાવ ઊલટી છે. આકાશમાં પ્રકાશના રૂપમાં જે કાંઈ ચમકી રહ્યું છે તે સમગ્રનો અતિ અલ્પ અંશ છે. આકાશમાં સર્વત્ર અંધકારનું જ સામ્રાજ્ય ચાલે છે. આ અંધકારના સમુદ્રમાં કિનારાની રેતીના કણ જેવાં ક્યાંક ક્યાંક તારાવિશ્વ ચમકી રહ્યાં છે. અવકાશના આ વિરાટ સ્વરૂપને બ્રહ્માંડ કહેવામાં આવે છે.

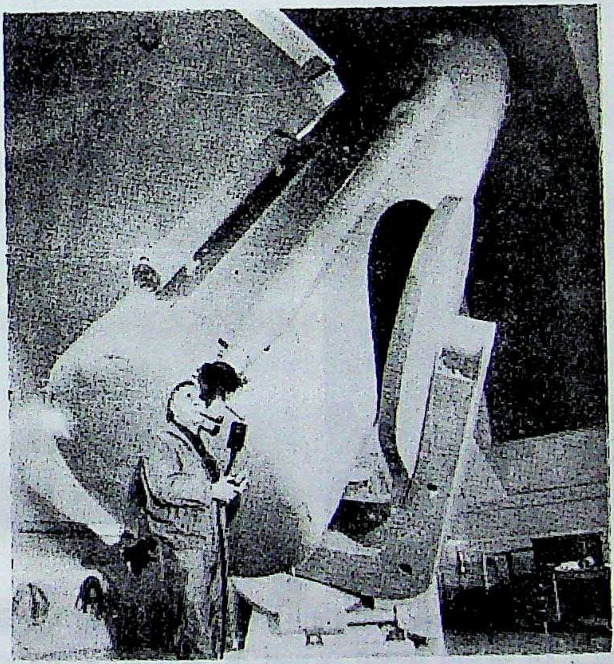
આ બ્રહ્માંડ પણ રહસ્ય ભર્યું છે. સીમાહીન લાગતું આવડું મોટું બ્રહ્માંડ પણ સીમાવાળું છે. સીમાવાળું છે એમ કહેવા અને સમજવા છતાંય એની સીમાનો પત્તો હજી મેળવી શકાયો નથી. વૈજ્ઞાનિકો કહે છે કે આપણું આ સીમાબદ્ધ બ્રહ્માંડ ફૂલતું જાય છે. દર દોઢ અબજ વર્ષે એનો વ્યાસ બમણો થાય છે. આ બ્રહ્માંડને સમજવાની આપણી દોટ સસલાની પૂંઠે કાચબો દોડે એના જેવી છે.

પણ આ જ્ઞાનની ઉપલબ્ધિ એક જ દિવસમાં થઈ નથી. એ માટે અનેક વૈજ્ઞાનિકોને અનેક પ્રકારનાં યંત્રો બનાવી કેટલાયે દિવસો સુધી તપસાધના કરવી પડી છે. દૂરબીન વડે જ્યારે આકાશના ઊંડાણમાં જોઈ ન શકાયું ત્યારે આંખને ઠેકાણે કેમેરાનો ઉપયોગ વિચારાયો. અને એનું પરિણામ ઘણું સુંદર આવ્યું. એક તો આંખ ખેંચી ખેંચીને જોવાની તકલીફ બચી અને બીજું હંમેશ

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

માટેની તારા છાપો સંઘરવાની નવી રીત મળી આવી. એટલું જ નહિ પણ આકાશના અતિ ઊંડાણનાં ચિત્રો લેવા માટે દૂરબીનને વળગાડેલા કૅમેરા કલાકો સુધી ખુલ્લા રાખતાં આંખવડે ભાગ્યે જ જોઇ શકાયાં હોત એવાં અનંતનાં રહસ્ય જોવા મળ્યાં.



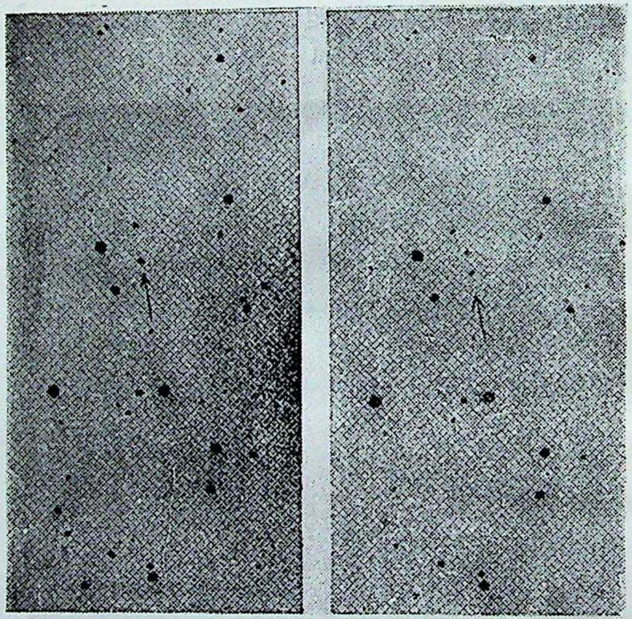
વિખ્યાત શમિટ કૅમેરા

પણ આ પ્રકારની સાધનસહાયથી ખગોળ શાસ્ત્રીઓની બધી તકલીફો મટી ગઈ હશે એમ રખે ધારતા. આકાશી રહસ્ય હજી એટલું સસ્તું થયું નથી. એક ઉદાહરણ આપીએ. સૂર્યમાળાનો છેલ્લો નવો જડેલો ગ્રહ પ્લુટો છે. એના અસ્તિત્વની જાહેરાત ઈ. સ. ૧૯૧૫માં થઈ ગઈ હતી. પણ ખૂબીની વાત એ છે કે

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સૂચિત સ્થાનના અનેક ફોટા લેવા છતાંય ૧૫ વર્ષ સુધી પ્લુટોને પકડી શકાયો ન હતો.



પ્લુટો શોધાય છે.

આ થઈ આપણા ઘર આંગણાના ગ્રહની વાત. દૂરના તારાઓને ગ્રહો છે કે કેમ એ વાત જાણવી, હમણાં તો. સાવ અશક્ય મનાય છે.

વળી ત્યારે પ્રશ્ન થશે, તારાઓના આ રીતે ચૂપચાપ બળતા રહેવાનો કોઈ ખાસ યા અંતિમ હેતુ હશે ખરો? કે પછી કુદરતે જે વિશ્વ સર્જ્યું છે તે એના આનંદને પ્રકટ કરતું, એના કાયદા કાનૂન અનુસાર ચાલી રહ્યું છે એમ માનવું? વિશ્વના આપણે જે અતિ અલ્પ અંશ જોઈ શકીએ છીએ એની પાછળ બૌદ્ધિક સંચાલન જેવું કશું હશે ખરું?'

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ઉપરના બધા પ્રશ્નોના જવાબ આપવા મુશ્કેલ છે. ખગોળ શાસ્ત્રીઓ વિશ્વને એક ભવ્ય અને સુવ્યવસ્થિત રચના મંચ ગણે છે. આ મંચ પરનાં મુખ્ય પાત્રો તારા છે. તારાઓની ગરમી ધીરે ધીરે વહી અવકાશમાં લુપ્ત થતી જાય છે. 'અનેક યુગો પછી, આ બધા તારાઓ ગરમી વિહીન બનતાં વિશ્વનો નાશ થવાનું કલ્પી શકાય ખરું?' એવો પણ એક પ્રશ્ન ઉદ્ભવ્યો છે. એક વૈજ્ઞાનિક આ વિશ્વનો અંત ગરમીથી આવવાનું કલ્પે છે. એમનું માનવું છે કે તારાઓમાંથી વહી જતી ગરમી અનંતકાળ પછી એક એવો પ્રસંગ ઊભો કરશે કે અવકાશમાં બધે, ગરમીનું એકસરખું ગરમી–મોજું ફેલાઈ જશે. આ મોજામાંથી નવી સૃષ્ટિ પેદા નહિ થઈ શકે. કારણ એ મોજું પોતે જ શક્તિનું છેલ્લું નિકૃષ્ટતર રૂપાંતર માત્ર હશે.

તારા પોતાની ગરમી ગુમાવતા જાય છે એ વાત સાચી છે. આમ છતાંય વિશ્વનો ગરમીથી અંત આવશે એવું શા માટે માનવું? ઘડીભર માટે વિશ્વનો અંત ગરમીથી થવાનો માની લઈએ તો પણ એક સવાલ અણઉકલ્યો જ રહેવાનો. વિશ્વનો અંત ગરમીથી થવાનું કલ્પીએ તો એની શરૂઆત કેવી રીતે થયેલી માનવી? ગરમીથીજ ને? તો પછી ગરમીથી અંત થતાં બધું નાશ પામશે એવી નિરર્થક કલ્પના શા માટે કરવી?

ગરમી–પ્રલય કલ્પનાનું બીજું કારણ આમ પણ દર્શાવી શકાય. આજનો યુગ યંત્રનો છે. આ કલજુગે કુદરતને (યા કિરતારને) ગણિતશાસ્ત્રી સમજી લીધી છે. કલજુગનો પૂજારી માણસ એમ માની બેઠો છે કે આ સમસ્ત વિશ્વ એના પોતાના જ ઉપભોગ માટે સર્જાયું છે. અને તેથી જ એ કુદરતી બળો પર વિજય મેળવવાનાં ફાંફાં મારી રહ્યો છે. એથી ઊલટું, સંવાદી સૂર ઉત્પન્ન કરનારા સંશોધકો કુદરતનાં રહસ્યો પાછળ ગાંડા બની, મનુષ્ય અને કુદરત વચ્ચેનું સામંજસ્ય સ્થાપવા પ્રયત્ન કરતા હોય છે. પણ એમના એ પ્રયત્ન ગાંડાઈભર્યા લેખાતા હોય છે. ખરી રીતે ગાંડાઈ,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

મનુષ્ય વિશ્વનો થવા કરતાં વિશ્વને પોતાનું કરવા ફરે છે એમાંજ છે.

અંતમાં આપણા આ રહસ્યમય વિશ્વ વિષે આટલું કહી શકાય. પૃથ્વીનો અને કદાચ સૂરજનો પણ જન્મ નહોતો થયો તે પહેલાં અનેક યુગો પૂર્વે આ આખું બ્રહ્માંડ સર્જાયું હશે એમ માની શકાય. અનેક અબજો વર્ષ સુધી એના કર્તાએ એને પોતાની રીતે ઘાટ આપ્યા કર્યો હશે અને સૂરજ અને પૃથ્વી ત્યાર પછીથી અસ્તિત્વમાં આવ્યાં હશે.

બે અબજ વર્ષના આયુષ્યવાળી પૃથ્વી પર કાળક્રમે જે જીવો પેદા થયા એમાં મનુષ્ય સૌથી છેલ્લો છે. મનુષ્યને જન્મ્યે હજી થોડાંજ લાખ વર્ષ વીત્યાં છે. પણ ત્યાં તો એ નવલોહિયો, પૃથ્વીનો અને વિશ્વનો સ્વામી બનવાની હામ ભીડી રહ્યો છે. એની આ દોટ ક્યાં અટકશે યા પૂરી થશે તે કોઈ જાણતું નથી. એમ પણ કેમ ન બને કે એ દોટ પૂરી થતાં પહેલાંજ મનુષ્ય જાત પૃથ્વી પરથી નાબૂદ થઇ જાય. પૃથ્વી પર કીટપતંગોની જે વસ્તી છે અને માનવ જગતને એ જે રીતે પજવી રહી છે એ જોતાં આવું માનવું સાવ અશક્ય પણ નથી. અથવા એમ પણ કેમ ન માનીએ કે આજની આ ગાંડીતૂર દુનિયા ભવિષ્યમાં ડાહ્યા માનવીઓને જન્માવી એમની મારફત પૃથ્વી પરનું જીવન આનંદમય બનાવી દેશે. એવું કદાચ થાય તો પુરાણી ઇતિહાસ-કેડીઓ ઉકેલતાં ભવિષ્યનાં એ શાણાં પૃથ્વીસંતાનો સમક્ષ આપણે કેવાં દેખાઈશું?

અને ધારો કે એવું કશુંજ ન બન્યું અને પૃથ્વીના અંત સુધી આની આજ મનુષ્ય જાત ટકી રહી તો એનો કયામતનો દિવસ કેવો આવશે એની કોઇ નજૂમી કે જોષી આગાહી કરી શકે એમ છે ખરો?

કુદરતનાં રહસ્યોનું રૂપ કેવું ગૂઢ છે!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

પરિશિષ્ટો

૧

આકાશી હાઇડ્રોજન બોમ્બ

પૃથ્વી પરનું જાણીતું ભયંકર હથિયાર પરમાણુ બોમ્બ છે. એ બોમ્બ અત્યાર સુધીમાં જાણીતા થયેલા ભયંકર ટી. એન. ટી.* કરતાં હજાર ગણો વધુ ખતરનાક છે. હાઇડ્રોજન બોમ્બ આ પરમાણુ બોમ્બ કરતાં અનેકગણો ભયંકર નીવડવાનો છે. જેટલો વિનાશ પરમાણુ બોમ્બ નથી સર્જી શક્યો તેથી વધુ વિનાશ હાઇડ્રોજન બોમ્બ કરશે. વિનાશ હોય ત્યાં ઉત્પત્તિની કશી કલ્પના આવે ખરી?

પણ આ પરમાણુ બોમ્બ અને હાઇડ્રોજન બોમ્બ આકાશી બોમ્બની તોલે આવે એમ નથી. ગમે તેવો ભારે વિનાશ રચનારા આ બંને બોમ્બ આકાશી બોમ્બ આગળ વામણા છે. વિનાશની દૃષ્ટિએ હજી એમને કરોડમા યા અબજમા ભાગે સરખાવી શકાય પણ સર્જનની દૃષ્ટિએ તો એ અત્યારે મહત્ત્વ વિનાના છે.

આકાશી બોમ્બ શિવજીની પેઠે રુદ્ર પણ છે અને કલ્યાણકારી પણ છે. પણ એનું સાચું સ્વરૂપ સમજવા માટે પૃથ્વી પરના પરમાણુ બોમ્બની વાત પહેલી કરવી પડશે ને?

પરમાણુ બોમ્બ બને છે પ્લુટોનિયમમાંથી. આ ધાતુને પહેલાં કોઇ જાણતું ન હતું. પૃથ્વી પરની જાણીતી સૌથી ભારેમાં ભારે ધાતુ પૈકીની એક યુરેનિયમ છે. બળતો કોલસો બળી બળીને છેવટે રાખમાં ફેરવાઈ જાય છે તેમ યુરેનિયમ અને એવી બીજી ધાતુઓ ગરમી અને પ્રકાશ આપીને હલકી ધાતુઓમાં ફેરવાઈ જાય છે.

---

* ટ્રાઇનાટ્રોટોલિન

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

દિવાળીના દિવસોમાં ઝગઝગ બળતો તાર સળગાવતાં છોકરાંને જોયાં છે ને? એ તાર કેવો તેજસ્વી બળે છે? લાકડાની પટ્ટી એવું તેજ આપે ખરી? યુરેનિયમ ધાતુનો એક કણ ફાટી જતાં એટલી બધી શક્તિ મળે છે કે મોટા મોટા ખડકો પણ ધ્રૂજી જાય. પણ પ્રશ્ન થશે કે યુરેનિયમમાં આ શક્તિ ક્યાંથી નીપજતી હશે?

કોઈ પદાર્થ બળે છે ત્યારે એની ગરમી, એ પદાર્થ જે પરમાણુઓનો બનેલો છે તેમના બહારના ભાગ બળવાથી મળે છે. પરમાણુ બોમ્બની શક્તિ એ રીતે મળતી નથી. એ પરમાણુના કેન્દ્રમાંથી–નાભિમાંથી–આવે છે.

આપણે જાણીએ છીએ કે પરમાણુના કેન્દ્ર ભાગે એની નાભિ છે અને એ નાભિની આજુબાજુ ફરતા ઋણાણુઓ છે. સૂર્યની આજુબાજુ ગ્રહો ફરે છે એવી જ રીતે નાભિની આજુબાજુ ઓછાવત્તા અંતરે ઋણાણુઓ ફરે છે. ધનાણુ યા શૂન્યાણુના પ્રમાણમાં ઋણાણુઓ ખૂબ ખૂબ હલકા છે. ૧૮૪૦ ઋણાણુનું વજન એક ધનાણુ યા શૂન્યાણુ બરાબર થાય છે.

ઋણાણુઓ અને ધનાણુઓ, વિદ્યુત આકર્ષણને કારણે એકબીજાને ખેંચતા હોય છે. આ કારણે ઘર્ષણ, ગરમી અને એવા બીજા ઉપાયો દ્વારા એ બળને નબળું પાડી ઋણાણુઓને ધનાણુથી અલગ કરી શકાય છે. પરમાણુમાંથી આ રીતે ઋણાણુઓ તોડી લેવામાં આવે છે ત્યારે શેષ બચતા પરમાણુને આયનિત* યા વિતાડિત પરમાણુ કહેવામાં આવે છે.

પરમાણુમાંથી ઋણાણુ અલગ કરવાથી પરમાણુ બદલાઈ જતો નથી. એક પરમાણુમાંથી બીજા પ્રકારનો પરમાણુ બનાવવો હોય તો એની નાભિમાં ફેરફાર કરવો પડે છે. રેડિયમની નાભિમાં ૮૮ ધનાણુ છે અને ૧૨૪ શૂન્યાણુ છે. રેડિયમ ધીરે ધીરે નાભિ દ્રવ્ય ગુમાવી ૮૨ ધનાણુ અને ૧૨૪ શૂન્યાણુ વાળું સીસું બની

* Ionised.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જાય છે. બીજી કેટલીક ધાતુઓના પરમાણુ પણ આ રીતે હલકી ધાતુમાં ફેરવાઈ જાય છે. બદલાવાની આ ક્રિયા વખતે મૂળ ધાતુમાંથી ગરમીના રૂપમાં શક્તિ બહાર ફેંકાતી રહે છે.

એક પરમાણુમાંથી બીજો પરમાણુ બની શકે એની કલ્પના માણસને આવેલી ખરી પણ એનો પ્રયોગ સફળ થયો ન હતો. સીસા (ધનાણુ ૮૨)માંથી સોનું (ધનાણુ ૭૯) બનાવવા અનેક કીમિયાગરોએ પ્રયત્ન કરેલા પણ કોઈ સફળ થયેલું નહિ. ઇ. સ. ૧૯૧૯માં ઈંગ્લેન્ડના એક વૈજ્ઞાનિક સર અર્નેસ્ટ રધરફોર્ડે નાઇટ્રોજન (ધનાણુ ૭)ને પ્રાણવાયુ (ધનાણુ ૮)માં બદલી બતાવ્યો હતો.

પણ ત્યાર પછી ઈ. સ. ૧૯૪૨ સુધીમાં ખાસ નોંધપાત્ર બનાવ બન્યા ન હતા. ઈ. સ. ૧૯૪૨ અને તે પછી પરમાણુ બોમ્બ બનાવવામાં યુરેનિયમ ધાતુ (કે જે સીસા કરતાં પણ ભારે છે. ધનાણુ ૯૨)માંથી એક નવીજ ધાતુ પ્લુટોનિયમ (ધનાણુ ૯૩) બનાવવામાં આવી. પ્લુટોનિયમ ભારે સ્ફોટક ધાતુ છે.

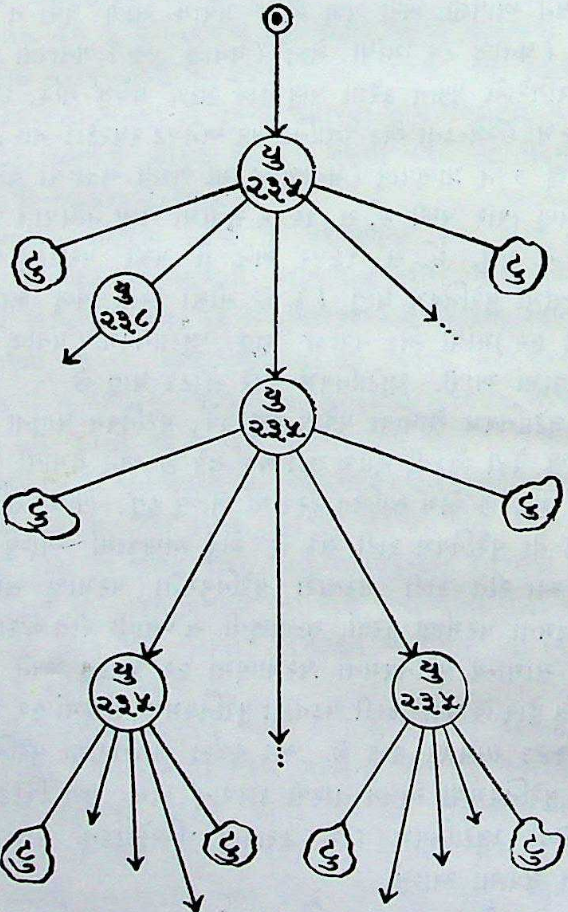
પ્લુટોનિયમ શોધાયા પહેલાં ત્રણ વર્ષે, યુરેનિયમ ધાતુના ૧૪૦ પરમાણુ પૈકી એકની નાભિ તૂટી જઈ શકે છે અને તેમાંથી પુષ્કળ શક્તિ મળે છે એમ સાબિત કરવામાં આવ્યું હતું. બીજા શબ્દોમાં કહીએ તો યુરેનિયમ ફાટી શકે છે એવું જાણવામાં આવ્યું હતું. પણ આ રીતે ફાટી શકનારો યુરેનિયમનો પરમાણુ સામાન્ય યુરેનિયમના પરમાણુ કરતાં, શૂન્યાણુની સંખ્યાની રીતે જરા જુદો હતો. સામાન્ય યુરેનિયમના પરમાણુમાં ૯૨ ધનાણુ અને ૧૪૬ શૂન્યાણુ હોય છે જ્યારે ફાટી પડનારા યુરેનિયમપરમાણુમાં ૯૨ ધનાણુ અને ૧૪૩ શૂન્યાણુ હોય છે. આ હલકા વજનવાળા યુરેનિયમને બીજા યુરેનિયમથી અલગ તારવી કાઢવાનું કામ ખૂબ વિકટ હતું અને તેથી પ્લુટોનિયમ દ્વારા કરાવાતું વિસ્ફોટકનું કામ એની મારફતે લેવામાં આવ્યું.

તમને થશે કે આવા અતિ અલ્પ વજનવાળા પરમાણુઓની

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નાભિઓને કેવી રીતે તોડવામાં આવતી હશે? આ માટે, પહેલાં, બીજા પરમાણુના કણોને ભારે વેગથી નાભિ પર ફેંકવામાં આવતા હતા. પાછળથી રેડિયમનો ઉપયોગ કરવામાં આવ્યો અને તે માટે વિદ્યુત પ્રક્રિયાઓની મદદ પણ લીધી; પણ ધાર્યું પરિણામ ન આવ્યું.



० = શૂન્યાણુ, યુ = યુરેનિયમ અને ટુ = ટુકડો

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

છેવટે માલૂમ પડ્યું કે શૂન્યાણુ આ માટેના ઉત્તમ પ્રહારકો છે. યુરેનિયમ (૯૨+૧૪૩)ને તોડી શકાયો ત્યારે માલૂમ પડ્યું કે એના તૂટવાથી બીજાં વધુ શૂન્યાણુ બહાર પડે છે. અને તે ફરીફરીને તોડવામાં મદદ કરે છે આ ક્રિયાને શૃંખલા પ્રક્રિયા (ચેઈન રીઍક્સન) કહે છે. તૂટેલા નવા શૂન્યાણુઓએ દેવતામાંથી બહાર કૂદી પડતી ચીનગારીઓની પેઠે તૂટી પડી વધુને વધુ પ્રહારનું કાર્ય કર્યું અને એ કારણે પુષ્કળ શક્તિ મળી શકી. (જુઓ ચિત્ર પૃ. ૬૦)

પણ આ બધી થઈ માણસે મેળવેલી (ઉપજાવેલી) શક્તિની વાત. સૂર્ય અને તારાઓમાં શક્તિ કેવી રીતે પેદા થતી હશે?

વિજ્ઞાનીઓએ હિસાબથી શોધી કાઢ્યું છે કે પરમાણુ બૉમ્બમાં જે દ્રવ્ય વાપરવામાં આવે છે તેમાંથી જે કુલ શક્તિ પ્રકટવી જોઈએ તેનો માત્ર હજારમો ભાગ પ્રકટ થાય છે. કોઈ પણ પરમાણુની નાભિ નાશ પામતાં એમાંથી પ્રકટનારી શક્તિ, પરમાણુ વજનથી ૨,૭૦,૦૦,૦૦,૦૦૦ ગણા વજનના કોયલાને બાળતાં મળે તેટલી હોય છે! પૃથ્વી પર પરમાણુમાંથી પૂરેપૂરી શક્તિ મેળવવી શક્ય નથી. સૂર્ય અને તારાઓના કેન્દ્ર ભાગ અત્યંત ઊંચાં ઉષ્ણતામાન વાળા હોય છે અને ત્યાં આવેલા પરમાણુ આખા તૂટી જઈ શક્તિનો પ્રચંડ ધોધ વહાવતા હોય છે. સૂર્ય અને તારા મોટા ભાગે હાઈડ્રોજનના બનેલા છે. હાઈડ્રોજનના પરમાણુ કાર્બન સાથે સંયોગ પામી છેવટે હેલિયમ અને શક્તિના રૂપમાં બદલાઈ જાય છે. અને એ રીતે ઉત્પન્ન થતી શક્તિ પણ કેટલી પ્રચંડ છે? સૂર્યમાંથી જે ગરમી બહાર નીકળે છે તેનો બે કરોડમો ભાગ જ પૃથ્વીને મળે છે: અને છતાંય ઉનાળાના દિવસોમાં એ સૂર્ય કેવો આકરો લાગે છે? સૂર્યની બધી જ ગરમી આપણને મળતી હોય તો? અરે એની વાત જવા દો. સૂર્ય દ્વારા આજે આપણને જે ગરમી મળે છે તેના કરતાં માત્ર ૨૬ ગણી વધુ ગરમી મળે તોય આપણી આ પૃથ્વી પરની સકળ લીલા માત્ર પાંચ જ મિનિટમાં સમેટાઈ જાય!

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

હવે ખ્યાલ કરો કે સૂર્ય યા આકાશનો કોઈ તારો પરમાણુ બોમ્બની પેઠે ફાટી પડે તો?

તો તો સર્વનાશ જ થઈ જાય ને?

ક્યાં મનુષ્યે સર્જેલો બોમ્બ અને ક્યાં કુદરતી આકાશી બોમ્બ!

૨

પરમાણુ અને તેમની ઉત્પત્તિ

આપણે જે વસ્તુઓ જોઈએ છીએ તે બધી શાની બનેલી છે એમ આપણને કોઈ પૂછે તો આપણે તરત જવાબ આપીશું કે પરમાણુની. અદૃશ્ય હવા પણ એક પદાર્થ છે અને તે પ્રાણવાયુ, નત્રવાયુ અને એવા બીજા વાયુ મળવાથી બનેલી છે. જીવનને ટકાવનાર અને જીવન નામ ધારનાર પાણી પણ પ્રાણવાયુ અને આર્દ્રવાયુના પરમાણુઓના સંયોગથી બનેલું છે પથ્થરોમાં સિલિકન (રેતીનું) તત્ત્વ છે તો યંત્રો લોખંડ, તાંબુ, એલ્યુમિનિયમ વગેરે ધાતુની મદદથી બનેલાં છે. ખાવાના પદાર્થોમાં કાર્બન છે તો ખરીદવા માટે વપરાતાં નાણાંનાં સિક્કામાં સોનું, ચાંદી, નિકલ અને તાંબું મુખ્ય છે. જીવનને ઉપયોગી યા બીન ઉપયોગી દરેક વસ્તુમાં પરમાણુનો વાસ છે. દરેક ચીજ જુદી જુદી જાતના પરમાણુઓના પરસ્પરના મિલન અને સંયોગથી બનેલી છે. પ્રકાશ, ગરમી, વિદ્યુત વગેરેને પદાર્થો નથી ગણવામાં આવતા. એ શક્તિઓ છે. પણ એ શક્તિઓ પણ આ પરમાણુઓના સંઘર્ષની જ નીપજ છે. આજકાલના પરમાણુ બોમ્બમાંથી જે શક્તિ પ્રકટાવવામાં આવી છે તે પણ યુરેનિયમ અને એવાં તેજસ્ક્રિય તત્ત્વોને આભારી છે. સૂર્ય અને તારાઓમાંથી જે શક્તિના ધોધ વહે છે તે પણ આ પરમાણુને કારણે જ છે.

મનુષ્ય કરતાં પ્રાણીઓ વધુ પુરાણાં છે. પ્રાણીઓ કરતાં વનસ્પતિ અને તેથી વધુ પુરાણી પૃથ્વી છે. પરમાણુઓ પૃથ્વી

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

જેટલા જ પુરાણા છે. પૃથ્વીની દેહ બાંધતાં બચેલા પરમાણુ હવામાં રહી ગયા છે. કેટલાક અવકાશમાં ઊડી પણ ગયા હશે.

પૃથ્વી પર બધાં મળી ૯૨ સ્થિર મૂળ તત્ત્વો છે. એમના અરસપરસના સંયોગથી પૃથ્વી પરના સઘળા પદાર્થ બનેલા છે. આમ છતાંય પૃથ્વી પર એ ૯૨ પ્રકારનાં મૂળ તત્ત્વો સરખા પ્રમાણમાં મળી આવતાં નથી. પૃથ્વી પર જેટલું સોનું મળી આવ્યું છે તે કરતાં લોખંડ ઘણું ઘણું વધારે મળી આવ્યું છે. પરમાણુ બોમ્બમાં વપરાતી યુરેનિયમ ધાતુ તો ખૂબ જ ઓછી માત્રામાં મળી આવે છે. કેટલાંક તત્ત્વોની વિપુલતા અને બીજાંની અછત એ માત્ર પૃથ્વી પરની વાત નથી. તારા અને ગ્રહોમાં પણ આ જ સ્થિતિ પ્રવર્તે છે. તારાઓમાં આર્દ્રવાયુ અને લોખંડનું પ્રમાણ વધારે છે જ્યારે સોનું અને પ્લેટિનમ અલ્પ માત્રામાં છે. દૂર દૂરની નીહારિકાઓમાં પણ આ જ સ્થિતિ છે.

આપણે કહ્યું કે પરમાણુ પૃથ્વી અને તારાઓ જેટલા જૂના છે: પણ એનો અર્થ એ નથી કે એ બધા શાશ્વત છે. ઘણા પરમાણુ તૂટી જઈ શક્તિ આપે છે એ હવે સર્વ સુવિદિત તથ્ય છે. રેડિયમ અને તેના જેવા ગુણધર્મ વાળાં અનેક તત્ત્વ તૂટીને હલકી ધાતુમાં બદલાઈ જાય છે. તૂટવાના ગુણભેદે પરમાણુના મુખ્ય બે પ્રકાર છે. ૧. અવિભાજ્ય અને ૨. વિભાજ્ય. પણ આજે આ ભેદ મટી જવા આવ્યો છે. અવિભાજ્ય પરમાણુઓને પણ હવે તોડી શકાયા છે અને એ રીતે શાશ્વત મનાતા અણુ ભંગુર–તૂટતા–જણાયા છે.

જે પરમાણુઓ ભારે છે તેમનાં કેન્દ્ર યા નાભિ ખૂબ વજનદાર હોય છે. નાભિમાં મુખ્ય કણો ધનાણુ અને શૂન્યાણુ છે. અદષ્ટ બંધને આ ધનાણુ અને શૂન્યાણુ એકબીજાને વળગીને બેઠેલા છે. એ બંધનને ઢીલું કરવામાં આવે ત્યારે નાભિ તૂટે છે અને ત્યારે શક્તિના ધોધ છૂટે છે. પણ બંધન શિથિલીકરણનું આ કામ ખૂબ જ કપરું છે. કુદરતના કારખાનામાં યુરેનિયમ યા થોરિયમના

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

અર્ધભાગી જથ્થાને હલકી ધાતુમાં ફેરવાઈ જતાં લાખો વરસ લાગે છે. આમ છતાંય આ કામ નિરંતરનું ચાલુ છે.

પરમાણુ આમ અવિરતપણે તૂટતા જતા હોય તો એનો અર્થ એમ પણ ન લેવાય કે એ પરમાણુઓ (કે જેમને આપણે તેજસ્ક્રિય પરમાણુ તરીકે ઓળખીએ છીએ તે) એમના અસ્તિત્વની શરૂઆતમાં તેવા ન હતા. અરે જે પરમાણુઓ વડે પૃથ્વી બની છે તે અબજો વર્ષ પહેલાં અસ્તિત્વ જ ન ધરાવતા હોય!

પણ ત્યારે પ્રશ્ન થશે કે પરમાણુ શાશ્વત ન હોય તો ક્યારેક તો બંધાયા તો હશે જ ને? અને તો જુદા જુદા પ્રકારના પરમાણુઓ કેવી રીતે બંધાયા હશે?

અહીં એક વાત સ્પષ્ટ કરી દેવી આવશ્યક છે. વસ્તુઓ પરમાણુઓના મિલનથી બનેલી છે એમ આપણે સામાન્યપણે માનીએ છીએ. પણ મૂળ વાત જુદી છે. પરમાણુઓ ધનાણુ, ઋણાણુ અને શૂન્યાણુના બનેલા છે એટલે આપણે એમ કહેવું પડશે કે દુનિયાના તેમ જ વિશ્વના બધા પદાર્થોનું અસ્તિત્વ ધનાણુ, ઋણાણુ અને શૂન્યાણુને કારણે છે. લોખંડ અને સોનાનો ભેદ એમના પરમાણુના ધનાણુ, ઋણાણુ અને શૂન્યાણુની વધતી ઓછી ગૂંથણીને કારણે છે. લોખંડમાં ૨૬ ધનાણુ, ૨૬ ઋણાણુ અને ૩૦ શૂન્યાણુ છે જ્યારે સોનામાં ૭૯ ધનાણુ, ૭૯ ઋણાણુ અને ૧૧૮ શૂન્યાણુ છે. યુરેનિયમમાં ૯૨ ધનાણુ, ૯૨ ઋણાણુ અને ૧૪૬ શૂન્યાણુ છે જ્યારે આર્દ્રવાયુમાં ૧ ધનાણુ અને ૧ ઋણાણુ માત્ર છે. આટલો ભેદ શા કારણે પડી જુદાં જુદાં તત્ત્વો બંધાયાં હશે?

આ પ્રશ્નના ઉત્તર માટે ખગોળનો આશરો લેવો પડશે. આપણું વિશ્વ વિકસતું જાય છે એમ ખગોળ શાસ્ત્રીઓએ જાહેર કર્યું છે. વિશ્વના ઘટકો એકબીજાથી દૂર ને દૂર સરકતા જાય છે એમ હવે સાબિત થયું છે. તત્વિદો કહે છે કે આપણું આ વિશ્વ દોઢ અબજ વરસના ગાળામાં બમણી લંબાઈ પહોળાઈ વાળું બની જાય છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિકસતા આ બ્રહ્માંડના અવયવો છે તારાપૂંજો અને તારાવિશ્વો યા નીહારિકાઓ. આપણું આ આકાશ વિશ્વ પણ આ પૈકીનો એક અંશ છે, જ્યારે દેવયાનીની નીહારિકા બીજો. અને આવી તો લાખો કરોડો નીહારિકાઓ બ્રહ્માંડમાં આવેલી છે.

એક નિહારિકા ક્ષેત્ર

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

નીહારિકાઓના અભ્યાસને પરિણામે માલૂમ પડયું છે કે ત્રણેક અબજ વર્ષ પહેલાં એક અદ્દભુત બનાવ બનેલો હોવો જોઇએ. એ સમયે આજના જેવું વિસ્તૃત આ બ્રહ્માંડ નહોતું. તે વખતે એક મહાભારે વિસ્ફોટને કારણે, આજે જે નીહારિકાઓ દેખાય છે તે બધી એકબીજાથી અલગ પડી અવકાશમાં દૂર દૂર ફેંકાઈ ગયેલી હોવી જોઇએ. વિસ્ફોટ થતા પહેલાં બ્રહ્માંડનું સમગ્ર દ્રવ્ય એક સ્થળે સંચિત થયેલું હોવું જોઇએ. અને તે દ્રવ્ય ભારે ઘટત્વવાળું અને અતિવિરાટ ઉષ્ણતામાનના ગુણધર્મ વાળું હોવું જોઇએ.

વિજ્ઞાનીઓના મતે બ્રહ્માંડનો આ વિસ્ફોટ તેજસ્ક્રિય પરમાણુની જીવનયાત્રાના આરંભ સાથે સામ્ય ધરાવે છે. તેઓ માને છે કે પરમાણુની દેહરચના પણ ત્યારે જ અસ્તિત્વમાં આવેલી.

આ વિજ્ઞાનીઓમાં આલફર, બીથી અને ગેમોવ મુખ્ય છે. તેઓએ દર્શાવ્યું છે કે એ જૂની ઘટના સમયે, બ્રહ્માંડનું સમસ્ત દ્રવ્ય સ્વતંત્ર શૂન્યાણુના રૂપમાં અતિ ભારે દબાણ નીચે એક સ્થળે એકત્ર રહેલું હોવું જોઇએ. શૂન્યાણુ વિષે આપણે જાણીએ છીએ કે તે બે વિદ્યુત કણોનો બનેલો છે–ધનાણુ અને ઋણાણુ. અનેક શૂન્યાણુને એક સ્થળે ભેગા રાખવા મુશ્કેલ નથી. પરમાણુના કેન્દ્ર ભાગે તે અનેકની સંખ્યામાં ધનાણુ સાથે સખત રીતે જોડાઇને બેઠેલા છે; એટલું જ નહિ પણ તેમને એ સ્થિતિમાંથી ચ્યુત ન કરવામાં આવે તો તે લાંબા સમય સુધી એની એ સ્થિતિમાં ટકી રહે છે.

પણ આ થઇ ભેગા થઈ બેઠેલા શૂન્યાણુની વાત. એકલ શૂન્યાણુ સ્થિર રૂપમાં રહી શકતો નથી. એ અર્ધા કલાક જેટલા સમયમાં તૂટી ધનાણુ અને ઋણાણુમાં ફેરવાઇ જાય છે.

આ હિસાબે, પુરાણા યુગના શૂન્યાણુ* ભારે વિસ્ફોટને કારણે ધનાણુ અને ઋણાણુમાં તૂટી ગયા હશે ત્યારે નવા જન્મેલા ધનાણુ

* જેનું નવું નામ ઇલેમ (ylem) છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

એમની પાસે આવેલા ઋણાણુને વળગી પડી નવાં નવાં જૂથ રચવા લાગ્યા હશે. અને એવી જૂથ રચના કરી અલગ વિહાર કરતા ઋણાણુઓને પોતાની આસપાસ ફરતા કરી દઈ જુદા જુદા પરમાણુ રચ્યા હશે. ગણિતી હિસાબે પરમાણુની દેહરચનાનું આ કામ માત્ર અર્ધા કલાકમાં જ પતી ગયું હશે. અલબત્ત એ વખતે એ કામ પૂર્ણ કરવામાં સહાયરૂપ નીવડેલું ઉષ્ણતામાન અબજો અંશનું હશે.

આટલા ઊંચા ઉષ્ણતામાને શૂન્યાણુ તૂટી નવા પરમાણુ બંધાય ત્યારે એ જથ્થામાંથી આર્દ્રવાયુ કેટલો, પ્રાણવાયુ કેટલો, બીજી ધાતુઓ કેટલી બંધાય વગેરેનો હિસાબ વિજ્ઞાનશાસ્ત્રીઓએ ગણી કાઢ્યો છે. માલૂમ પડયું છે કે એ આંકડા ઉપર્યુક્ત લેખ-કથન પ્રમાણે આર્દ્રવાયુ, પ્રાણવાયુ અને લોખંડની વિપુલતા જાહેર કરે છે જ્યારે સોનું અને એવી કીમતી ધાતુઓની અછત દર્શાવે છે.

(★)

૩. પરમાણુની પરિભાષા

Alpha Particle	क કણ
(Helium Neucleus)	હેલિકેન્દ્ર
Atom	પરમાણુ
Atomic Number	પરમાણુ આંક
Atomic Weight	પરમાણુ ભારાંક
Beta Particle	ख કણ, ઋણાણુ
Cosmic Ray	વિશ્વ કિરણ
Deutron	દ્વિ આર્દ્રકણ, મહતાર્દ્રકણ
Electron	ઋણાણુ
Elements	તત્ત્વ
Gamma Particle	ग કણ
Ionised	આયનિત, વિતાડિત

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

Isotope	સમસ્થિતિ
Meson (Mesotron)	વિશ્વ કણ
Molecule	અણુ
Neucleus	નાભિ, કેન્દ્ર, બીજક
Neutrino	ઋણ કણ
Neutron	શૂન્યાણુ
Photon	પ્રકાશ કણ
Positron	ધન કણ
Proton	ધનાણુ, આર્દ્ર કણ
Radioactive	તેજસ્ક્રિય

૪. રાસાયણિક મૂળ તત્ત્વો

તત્ત્વ નં.	નામ	પરમાણુ ભારાંક	તત્ત્વ નં.	નામ	પરમાણુ ભારાંક
૧	હાઇડ્રોજન	૧.૦૦૮	૧૪	સિલિકન	૨૮.૦૬
૨	હેલિયમ	૪.૦૦૪	૧૫	ફૉસ્ફરસ	૩૧.૦૨
૩	લિથિયમ	૬.૯૪	૧૬	ગંધક	૩૨.૦૬
૪	બેરીલિયમ	૯.૦૨	૧૭	ક્લોરિન	૩૫.૪૬
૫	બોરોન	૧૦.૮૨	૧૮	આરગન	૩૯.૯૪
૬	કાર્બન	૧૨.૦૧	૧૯	પોટેસિયમ	૩૯.૧૦
૭	નાઇટ્રોજન	૧૪.૦૧	૨૦	કેલસિયમ	૪૦.૦૮
૮	ઓક્સિજન	૧૬.૦૦	૨૧	સ્કેન્ડિયમ	૪૫.૧૦
૯	ફ્લ્યુઓરાઇન	૧૯.૦૦	૨૨	ટિટેનિયમ	૪૭.૯૦
૧૦	નીઓન	૨૦.૧૮	૨૩	વેનેડિયમ	૫૦.૯૫
૧૧	સોડિયમ	૨૩.૦૦	૨૪	ક્રોમિયમ	૫૨.૦૧
૧૨	મેગ્નેસિયમ	૨૪.૩૨	૨૫	મેન્ગેનીઝ	૫૪.૯૩
૧૩	એલ્યુમિનિયમ	૨૬.૯૭	૨૬	લોખંડ	૫૫.૮૪

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૨૭	કોબાલ્ટ	૫૮.૯૪	૫૪	ક્ઝેનોન	૧૩૧.૩૦
૨૮	નિકલ	૫૮.૬૯	૫૫	કેસિયમ	૧૩૨.૯૧
૨૯	તાંબુ	૬૩.૫૭	૫૬	બેરિયમ	૧૩૭.૩૬
૩૦	જસત	૬૫.૩૮	૫૭	લેન્થેનમ	૧૩૮.૯૨
૩૧	ગેલિયમ	૬૯.૭૨	૫૮	સીરિયમ	૧૪૦.૧૩
૩૨	જરમેનિયમ	૭૨.૬૦	૫૯	પ્રેસીઓ-ડાઇમિયમ	૧૪૦.૯૨
૩૩	આરસેનિક	૭૪.૯૧			
૩૪	સેલીનિયમ	૭૮.૯૬	૬૦	નીઓ-ડાઇમિયમ	૧૪૪.૨૭
૩૫	બ્રોમાઈન	૭૯.૯૨			
૩૬	ક્રીપ્ટોન	૮૩.૭૦	૬૧	ઇલિનિયમ	?
૩૭	રુબિડિયમ	૮૫.૪૮	૬૨	સેમેરિયમ	૧૫૦.૪૩
૩૮	સ્ટ્રોન્શિયમ	૮૭.૬૩	૬૩	યુરોપિયમ	૧૫૨.૦૦
૩૯	યિટ્રિયમ	૮૮.૯૨	૬૪	ગેડોલિનિયમ	૧૫૬.૯૦
૪૦	ઝરકોનિયમ	૯૧.૨૨	૬૫	ટરબિયમ	૧૫૯.૨૦
૪૧	કોલમ્બિયમ	૯૨.૯૧	૬૬	ડાયસ્પ્રોસિયમ	૧૬૨.૪૬
૪૨	મોલીબ્ડીનમ	૯૬.૦૦	૬૭	હોલ્મિયમ	૧૬૩.૪૭
૪૩	મેસ્યુરિયસ	...	૬૮	એરબિયમ	૧૬૭.૬૪
૪૪	રૂથેનિયમ	૧૦૧.૭૦	૬૯	થુલિયમ	૧૬૯.૪૦
૪૫	રૂહોડિયમ	૧૦૨.૯૧	૭૦	યટરબિયમ	૧૭૩.૦૪
૪૬	પેલેડિયમ	૧૦૬.૭૦	૭૧	લ્યુટેસિયમ	૧૭૫.૦૦
૪૭	ચાંદી	૧૦૭.૮૮	૭૨	હે નિયમ	૧૭૮.૬૦
૪૮	કેડમિયમ	૧૧૨.૪૧	૭૩	ટેન્ટેલમ	૧૮૦.૮૮
૪૯	ઇન્ડિયમ	૧૧૪.૭૬	૭૪	ટંગ્સ્ટન	૧૮૪.૦૦
૫૦	ટીન	૧૧૮.૭૦	૭૫	રૂહીનિયમ	૧૮૬.૩૧
૫૧	એન્ટિમની	૧૨૧.૭૬	૭૬	ઓસ્મિયમ	૧૯૧.૫૦
૫૨	ટેલ્યુરિયમ	૧૨૭.૬૧	૭૭	ઇરિડિયમ	૧૯૩.૧૦
૫૩	આયોડીન	૧૨૬.૯૨	૭૮	પ્લેટિનમ	૧૯૫.૨૩

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૭૯	સેાનું	૧૯૭.૨૦	૯૦	થેારિયમ	૨૩૨.૧૨
૮૦	પારેા	૨૦૦.૬૧	૯૧	પ્રેાટેા-ઍક્ટિનિયમ	૨૩૧.૦૦
૮૧	થૅલિયમ	૨૦૪.૩૯			
૮૨	સીસું	૨૦૭.૨૧	૯૨	યુરેનિયમ	૨૩૮.૦૭
૮૩	બિસ્મથ	૨૦૯.૦૦	૯૩	નેપચ્યુનિયમ	?
૮૪	પેાલેાનિયમ	૨૧૦.૦૦	૯૪	પ્લુટેાનિયમ	?
૮૫	જડયું નથી		૯૫	ઍમેરિસિયમ	?
૮૬	રેડન	૨૨૨.૦૦	૯૬	ક્યુરિયમ	?
૮૭	જડયું નથી		૯૭	બર્કેલિયમ	?
૮૮	રેડિયમ	૨૨૬.૦૫	૯૮	કેલિફેાર્નિયમ	?
૮૯	ઍક્ટિનિયમ	૨૨૭.૦૦			

૫. કેટલાક તારાએાની સપાટીએાનાં ઉષ્ણતામાન

અનુ.	તારાનું નામ	વર્ણ વર્ગ	ઉષ્ણતામાન સેન્ટિ. અંશમાં	તારક-પ્રકાર
૧	ત્રિશંકુ	ब	૨૩,૦૦૦	સમરૂપ
૨	ચિત્રા	ब	૨૦,૪૦૦	,,
૩	નદીમુખ	ब	૧૫,૫૦૦	,,
૪	બ્રાણરજ	ब	૧૨,૩૦૦	,,
૫	વ્યાધ	अ	૧૦,૭૦૦	,,
૬	શ્રવણ	अ	૮,૫૩૦	,,
૭	પ્રભાસ	फ	૬,૮૦૦	,,
૮	સૂર્ય	ग	૬,૦૦૦	,, યા વામન
૯	फ વૈતરણી (૧)	ग	૫,૩૬૦	વામન
૧૦	च વૈતરણી	क	૪,૯૧૦	,,
૧૧	૬૧ હંસ (૧)	क	૩,૯૦૦	,,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૧૨	બ્રહ્મહૃદય (૧)	ग	૫,૨૦૦	વામન
૧૩	,, (૨)	ग	૪,૬૨૦	,,
૧૪	સ્વાતિ	क	૪,૨૩૦	,,
૧૫	રોહિણી	म	૩,૫૮૦	,,
૧૬	આર્દ્રા	क	૩,૨૦૦	,,

૬. અતિ વિરાટ તારા

અનુ.	નામ	વર્ણ વર્ગ	અંતર પ્રકાશવર્ષમાં	કદ (સૂર્યમાં)	તેજાંક સૂર્ય=૧
૧	ख ખગાશ્વ	म	૧૬૦	૧,૪૪૨,૮૯૭	૧૭૦
૨	પારિજાત	म	૨૫૦	૩૫,૯૩૭,૦૦૦	૧,૯૦૦
૩	મિરા	म	૨૫૦	૯૭,૩૩૬,૦૦૦	૧૮૦ (મહત્તમ)
૪	આર્દ્રા	म	૩૦૦	૩૫,૯૩૭,૦૦૦ થી ૯૭,૩૩૬,૦૦૦	૩,૬૦૦
૫	क શૌરી	म	૮૦૦	૫૧૨,૦૦૦ ૦૦૦	૧,૯૦૦

૭. બીથી–પ્રક્રિયા

૧	$C^{12}_{6} + H^{1}_{1}$	$\rightarrow$	$N^{13}_{7} + \gamma$
૨	N^{13}_{7}	$\rightarrow$	$C^{13}_{6} + e^{+}$
૩	$C^{13}_{6} + H^{1}_{1}$	$\rightarrow$	$N^{14}_{7} + \gamma$
૪	$N^{14}_{7} + H^{1}_{1}$	$\rightarrow$	$O^{15}_{8} + \gamma$
૫	$O^{15}_{8} +$	$\rightarrow$	$N^{15}_{7} + e^{+}$
૬	$N^{15}_{7} + H^{1}_{7}$	$\rightarrow$	$C^{12}_{6} + He^{4}_{2}$

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૮

કેટલાક સમરૂપ તારાઓનાં કેન્દ્ર ઉષ્ણતામાન

અનુ.	તારાનું નામ	વર્ણ વર્ગ	ત્રિજ્યા સૂર્ય=૧ *	વજન સૂર્ય=૧	કેન્દ્ર ભાગનું ઉષ્ણતામાન	તેજાંક સૂર્ય=૧
૧	જય (૨)	क	૦.૮૭	૦.૮૭	૨૨,૦૦૦,૦૦૦ સેન્ટિગ્રેડ	૦.૩૭
૨	સૂર્ય	ग	૧.૦૦	૧.૦૦	૨૦,૦૦૦,૦૦૦ ,,	૧.૦૦
૩	જય (૧)	ग	૧.૨૩	૧.૧૦	૧૭.૦૦૦,૦૦૦ ,,	૧.૨૬
૪	પ્રભાસ	फ	૧.૭૦	૧.૪૮	૨૧,૦૦૦,૦૦૦ ,,	૫.૭૫
૫	વ્યાઘ્ર	अ	૧.૭૮	૨.૩૫	૨૩,૦૦૦,૦૦૦ ,,	૩૯.૦૦
૬	ગાલવ (૧)	अ	૨.૮૧	૨.૪૦	૨૦,૦૦૦,૦૦૦ ,,	૬૮.૦૦

* ———

* કદ ગણવું હોય ત્યારે ત્રિજ્યાનો ઘન ગણવો. દા. ત. પ્રભાસનું કદ સૂર્યકદ કરતાં (૧.૭) × (૧.૭) × (૧.૭)=૪ ૯૧૩ ગણું છે.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૯. અતિ ચળકતા પાંચ તારા

	નામ	દૃશ્ય વર્ગ	અંતર (પ્રકાશવર્ષ)	નિરપેક્ષ વર્ગ	તેજાંક (સૂર્ય=૧)
૧	વ્યાધ	−૧·૫૮	૮·૬	૧·૩	૩૦
૨	અગસ્ત્ય	−૦·૮૬	૧૦૦·૦	−૩·૨	૧૯૦૦
૩	જય	+૦·૦૬	૪·૩	૪·૭	૧·૩
૪	અભિજિત	૦·૧૪	૨૭·૦	૦·૫	૬૦·૦
૫	બ્રહ્મહૃદય	૦·૨૧	૪૨	−૦·૪	૧૫૦·૦

અતિ તેજસ્વી પાંચ તારા

૧	બાણરજ	૦·૩	૫૪૦	−૫·૮	૨૧,૦૦૦
૨	હંસપુચ્છ	૧·૩	૪૦૦	−૪·૮	૪,૮૦૦
૩	આર્દ્રા	૦·૯	૩૦૦	−૩·૯	૩,૬૦૦
૪	અગસ્ત્ય	−૦·૮૬	૧૦૦	−૩·૨	૧,૯૦૦
૫	પારિજાત	૧·૨	૨૫૦	−૩·[illegible]	૧,૯[illegible]૦

બે સાવ ઝાંખા તારા

૧	બી. ડી. + ૪° ૪૦°૪૮ સાથીતારક	૧૮	૧૯	૧૯·૨	૧/૫·૦૦૦૦૦·
૨	વુલ્ફ ૩૫૯	૧૩·૫	૮	૧૬·૬	૧/૫૦,૦૦૦

સૌથી તેજસ્વી તારો

૨૯ શ્વાન ક — સૂર્ય કરતાં ૮,૫૦,૦૦૦ ગણો તેજસ્વી.

૧૦. નાનામાં નાનો તારો

એ. સી. + ૭૦° ૮૨૪૭ — ૪૦૦૦ માઇલ વ્યાસ.

ભારેમાં ભારે અને હલકામાં હલકા વજનવાળા તારા

એચ. ડી. ૬૯૮	૧૧૩ સૂર્ય વજન
કુગર ૬૦ બી	૧/૭ ,,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

ભારેમાં ભારે અને ઓછામાં ઓછા ઘટત્વવાળા—

ચ બ્રહ્મમંડળ	૧/૧૦,૦૦,૦૦,૦૦૦	પાણીના હિસાબે
એ. સી. ૭૦° ૮૨૪૭	૩,૬૦,૦૦,૦૦૦	,,

ઊંચામાં ઊંચા અને નીચામાં નીચા ઉષ્ણતામાનવાળા—

છ નૌ પૃષ્ઠ (અતિગરમ)	૩૦,૦૦૦° સે.	સપાટીએ
ર હંસ (ઠંડો)	૧,૬૦૦° સે.	,,

૧૧. નજદીકનાં તારા વિશ્વ

૧	મોટું તારામેઘ	૭૫,૦૦૦	પ્રકાશવર્ષ
૨	નાનું તારામેઘ	૮૫,૦૦૦	,,
૩	શિલ્પી મંડળ નીહારિકા	૨૨૫,૦૦૦	,,
૪	ભઠ્ઠી મંડળ નીહારિકા	૪૬૦,૦૦૦	,,
૫	એન. જી. સી. ૬૮૨૨	૫૨૫,૦૦૦	,,
૬	એન. જી. સી ૧૪૭	૬૬૫,૦૦૦	,,
૭	એન. જી. સી. ૧૮૫	૬૬૫,૦૦૦	,,
૮	આઈ. સી. ૧૬૧૩	૭૩૫,૦૦૦	,,
૯	મે ૩૧ (દેવયાની)	૭૫૦,૦૦૦	,,
૧૦	મે ૩૨ (,,)	૭૫૦,૦૦૦	,,
૧૧	એન. જી. સી. ૨૦૫	૭૫૦,૦૦૦	,,
૧૨	મે ૩૩ (ત્રિકોણ)	૭૮૦,૦૦૦	,,

૧૨. તારામાં દ્રવ્યો

	તત્ત્વનું નામ	કદની રીતે	દળની રીતે
૧	હાઈડ્રોજન	૮૧·૭૬૦ ટકા	૫૩·૯ ટકા
૨	હેલિયમ	૧૮·૧૭૦ ,,	૪૪·૯ ,,
૩	પ્રાણવાયુ	૦·૦૩૦ ,,	૦·૪૫ ,,

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

૪	મેગ્નેસિયમ	૦·૦૨૦ ટકા	૦·૪૫ ટકા
૫	સિલિસિયમ	૦·૦૦૬ ,,	૦·૧૩ ,,
૬	નાઇટ્રોજન	૦·૦૧૦ ,,	૦·૦૯ ,,
૭	ગંધક	૦·૦૦૩ ,,	૦·૦૫ ,,
૮	કાર્બન	૦·૦૦૩ ,,	૦·૦૨ ,,
૯	લોખંડ	૦·૦૦૦૮ ,,	૦·૦૩ ,,

સંદર્ભ ગ્રન્થો

1. ખગોળ પ્રવેશ — છોટુભાઈ સુથાર
2. Astronomy — W. T. skilling, R. S. Richardson
3. Astronomy — H. N. Russell etc.
4. Pictorial Astronomy — Dinsmore Alter etc.
5. Splendour of the Heavens — T. E. R. Phillips etc.
6. Le Astronomic — Lucien Rüdaux etc.
7. Atom, stars and Nebulae — Leo Goldberg etc

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

સૂચિ

અતિવિરાટ તારા ૩૫,૩૬
આર્દ્રવાયુ રૂપાંતર ૨૦
આર્દ્રા ૨૨
અંતર (તારક) ૩૨,૪૭
ઇન્ટર ફેરોમીટર ૨૮
ઉષ્ણતામાન (તારા) ૮,૨૯,૩૦,૪૫,૪૬
,, સૂર્ય ૮.૧૫
ઋણાણુ ૫૮,૬૪
કેમેરા ૫૨
ગયાસુર ૨
ગરમી પ્રલય ૫૫
ગરમી ૬૧
ગરમી સિદ્ધાન્ત ૧૬
તારા
–અતિવિરાટ ૩૫,૩૬
–અને ગ્રહો ૫૪
–ઉષ્ણતામાન ૮,૨૯,૩૦,૪૫.૪૬
–અંતર ૩૨,૪૭
–ડીંગુજી ૩૬
–તેજ ૩૦,૩૨
–ની જરૂર ૪૨,૪૩
–ના વ્યાસ ૨૮
–પાસેના ૨૭
–ભારે ૯
–ભીડ ૪૭
–મોટા ૪૭
–રંગ ૨૯,૩૦,૩૨,૪૫
–રંગપટ ૨૯
–વર્ગ ૪૫
–વામન ૯,૩૩,૩૮,૩૯
–વિરાટ ૩૩.૩૪,૩૯
–વિશ્વો ૪૯
–સમરૂપ ૩૪
–સંખ્યા ૪૦
થર્મોકપલ ૪૬
દૂરબીન ૪૧
ધન અને ઋણ વિદ્યુત ૧૨
ધનાણુ ૫૮,૬૪
પદાર્થો શાના બનેલા ૬૨
પરમાણુ ૮,૯
–તોડવો ૬૦
–દેહગઠન ૧૧
–પોલાણ ૮,૯, ૫૭થી ૫૯
–પ્રકાર ૬૩
–બંધાયા ૬૪
–રચના ૬૭
પારિજાત ૩૮
પ્રકાશવર્ષ ૪૯
પ્લુટો ૫૩
પ્લુટોનિયમ ૫૭,૫૯
બોલોમીટર ૪૬
બીથીનો સિદ્ધાન્ત ૧૬
બ્રહ્માંડ ૪૯થી ૫૨,૬૫,૬૬
મૃગ ૪૫
ય હંસ ૨૦
યુરેનિયમ ૫૭
રહસ્યમય વિશ્વ ૫૬
વજન ૫

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

વિશ્વનાશ	૫૫	–કદ	૧૩
વિશ્વ અને મનુષ્ય	૫૬	–શક્તિ	૧૩,૧૪
વેગ	૫	સપ્તર્ષિ	૪૯
વ્યાધ અને સાથી તારક	૨૩–૫,૩૭	હાઇડ્રોજન	૧૫,૧૬
વૃશ્ચિક	૪૫	–પરમાણુ	૩
શક્તિ	૬૧,૬૨	–બોમ્બ	૫૭
શૃંખલા પ્રક્રિયા	૬૧	–માંથી હેલિયમ	૧૭–૨૦
શૂન્યાણુ	૫૮,૬૪,૬૬,૬૭	હેલિયમ	૬
સૂર્ય અંતર	૧૨		

લેખકનાં બીજાં પુસ્તકો

* ૧. વિશ્વદર્શન (તારક પરિચય)

* ૨. આકાશના તારાનકશા

* ૩. ખગોળ પ્રવેશ

૪. ચંદ્ર

૫. આભ અને ધરતી

૬. ધૂમકેતુ

૭. ભૂમંડલીય સૂર્યગ્રહણ (શ્રી. હરિહર ભટ્ટ સાથે)

---

* પુસ્તકો નથી મળતાં.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

पुस्तकालय
गुरुकुल कांगड़ी

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

— ધૂમકેતુ

પૂંછડિયા તારાના નામથી અજ્ઞાન લોકો, અને ધૂમકેતુ નામથી અલ્પ જ્ઞાની લોકો ખૂબ બીએ છે. આકાશની સુંદર જ્યોતિઓમાં શનિ પછી બીજો દર્શનીય પદાર્થ ધૂમકેતુ છે. વાસ્તવમાં ધૂમકેતુમાં બીવા જેવું શું છે અને એનું રહસ્ય શાને આભારી છે વગેરે વિષેની અનેક રસિક વિગતો આ પુસ્તકમાં આપેલી છે. સૂર્ય ચંદ્ર અને તારાઓનું અલ્પ જ્ઞાન પણ જેને છે તેવા વાચકને આ પુસ્તક, આકાશી સૃષ્ટિના એક અતિ અદ્દભુત જ્યોતિનું જ્ઞાન કરાવશે.

કિંમત રૂ. ૨-૪-૦

પ્રકાશક
તારક મંડળ
આણંદ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar

Digitized by Arya Samaj Foundation Chennai and eGangotri

આકાશગંગા

ખગોળ વિજ્ઞાનનું સચિત્ર દ્વિમાસિક

●

આકાશગંગામાં ખગોળ વિજ્ઞાન (સૂર્ય, ચંદ્ર, તારા વ૦ આકાશી પદાર્થો અને એમનાં રહસ્ય)ને લગતા અનેકવિધ લેખો, નિબંધો, નકશા, ચિત્રો વ૦ આપવામાં આવે છે. ખગોળ વિજ્ઞાનમાં રસ લેનારના પ્રશ્નોના ઉત્તર આપવા ઉપરાંત આકાશ–દર્શન અને પંચાંગ આ દ્વિમાસિકનાં વિશેષ અંગ છે.

નવું વર્ષ જાન્યુઆરીથી શરૂ થાય છે. વાર્ષિક લવાજમ રૂ. ૪–૦–૦. નમૂનાની નકલ માટે બાર આનાની ટિકીટો બીડવી.

ગ્રાહક થવા માટે લખો

મંત્રી, **તારક મંડળ**

આણંદ.

CC-0. In Public Domain. Gurukul Kangri Collection, Haridwar